ٹیکنالوجی

انسانی ذہانت اور ہنر کے روزمرہ زندگی
میں نمایاں مظاہر

قدیر قریشی

سائنس کی دُنیا ـ سوشل میڈیا پر

سائنس کی دُنیا اب مختلف پلیٹ فارمز پر فعال ہے۔ ہم نے ہر پلیٹ فارم کو مخصوص ترتیب دیا ہے تاکہ آپ کو معیاری، تحقیق پر مبنی اور آسان فہم علمی مواد ایک ہی جگہ میسر رہے۔

بلاگ(Blog): یہاں ہم سائنسی تحریریں، مضامین اور مختصر وضاحتی آرٹیکلز شیئر کرتے ہیں۔

https://sciencekiduniyagroup.blogspot.com/

یوٹیوب(YouTube): یہاں ہم طویل سائنسی وڈیوز، سائنسی حقائق، پوڈکاسٹ اور انٹرویز شیئر کرتے ہیں۔

https://www.youtube.com/@sciencekiduniyagroup/videos

ٹک ٹاک(TikTok): یہاں مختصر سائنسی کلپس شیئر کیے جاتے ہیں۔

https://www.tiktok.com/@sciencekiduniyaofficial

انسٹاگرام(Instagram): یہاں مختصر سائنسی کلپس شیئر کیے جاتے ہیں

https://www.instagram.com/sciencekiduniyaofficial/

آرکائیو(Library Archive): یہ ہماری ڈیجیٹل سائنسی لائبریری ہے، جہاں آپ کو موضوعات کے مطابق تیار شدہ کتابچے،

1. سوال و جواب کی سیریز،
2. سائنسی گرافکس،
3. اور ویڈیوز

ایک ہی جگہ مل جائیں گے۔

https://archive.org/details/@science_ki_duniya...

واٹس ایپ چینل(Channel WhatsApp):

https://whatsapp.com/channel/0029VaQxhefDTkJviMBBs21p

فیس بک گروپ 1:

https://www.facebook.com/groups/ScienceKiDuniya

فیس بک گروپ 2:

https://www.facebook.com/groups/duniyaescience

فہرست مضامین

سائنس کی دُنیا ۔ سوشل میڈیا پر 1
تھری ڈی پرنٹنگ سے جگر بنانے کی ٹیکنالوجی 6
کرسپر کی قینچی، کینسر کی موت 8
کوکلئیر امپلانٹ 9
لے سانس بھی آہستہ، کہ نازک ہے بہت کام 13
وہیل کے جسم پر کھرنڈ کیوں نہیں بنتے؟ 16
روبوٹ اور باسکٹ بال 20
کمپیوٹر مباحثے بھی جیتنے لگے 22
مصنوعی ذہانت نے ارتقائی الگورتھم سے اپنا کوڈ بہتر کرلیا 24
ہارڈ ڈرائیو کیسے کام کرتی ہے؟ 27
سی پی یو کیسے بنتا ہے؟ 30
کوانٹم کمپیوٹر 33
سٹیفن ہاکنگ کا کمپیوٹر 37
اپالو11 کا سپر کمپیوٹر 40
انٹرنیٹ کس نے ایجاد کیا؟ 43
دنیا کی سب سے بڑی لائبریری۔ گوگل books اور کاپچا CAPTCHA 46
سیل فون کیسے کام کرتا ہے؟ 50
سیل نیٹ ورک کیسے کام کرتا ہے: 51
فون کال کیسے مکمل ہوتی ہے: 51
موبائل فون ٹیکنالوجیز کی مختلف جنریشنز کیوں ہیں؟ 52
فائبر آپٹک کیبل – تیز ترین مواصلات کا ذریعہ 54
فائبر آپٹیکل کیبل کو تانبے کی تار پر ترجیح کیوں دی جاتی ہے؟ 54

اپالو کے لینڈرز چاند پر نظر کیوں نہیں آتے؟ 57
ناسا وائجر 1 اور وائجر 2 کی رفتار اور فاصلہ کیسے معلوم کرتا ہے؟ 60
خلا سے آنے والا نامعلوم سگنل (GW1509143) 63
اس سگنل کا منبع 64
آسمان میں اس واقعہ کا مقام 65
مزید مشاہدات 66
کیسینی کی آنکھ 67
کیپلر دوربین۔ سیارے دریافت کرنے کی مشین 69
کیپلر کا مقصد: 69
کیا تمام ستارے ایک سے ہوتے ہیں؟ 69
کیا تمام G ٹائپ ستارے سورج کی طرح کے ہوتے ہیں؟ 70
کیپلر کسی ستارے کے گرد سیارے کیسے ڈیٹیکٹ کرتی ہے؟ 71
ستاروں کی روشنی میں نوائز (Noise): 71
کیپلر مشن میں توسیع: 72
زمین سے ملتے جلتے سیارے: 73
کیپلر دوربین کے جانشین: 73
فیوژن ری ایکٹر 75
ماحول دشمن بجلی: 75
ماحول دوست بجلی: 76
فیوژن ری ایکٹر بنانا کیوں مشکل ہے؟ 76
فیوژن کا مستقبل: 77
مقناطیسی ٹرین کیسے کام کرتی ہے؟ 78
سپر کنڈکٹنگ مقناطیس (Superconducting magnets) 78

سپر کنڈکٹرز کو ٹھنڈا رکھنے کے سسٹم: 79
ٹرین کو آگے کیسے دھکیلا جاتا ہے؟ 80
ٹرین کو معلق کیسے رکھا جاتا ہے؟ 80
ٹرین کو ٹریک کے اوپر کیسے رکھا جاتا ہے؟ 81
ٹرین کو بجلی کیسے سپلائی کی جاتی ہے؟ 82
کیمرہ کے لینز کیسے بنائے جاتے ہیں؟ 84
اے سی اور ڈی سی بجلی 87
موٹر کیسے کام کرتی ہے؟ 90
پی این جنکشن 92
سولر پینلز 97
ایل ای ڈی 100

تھری ڈی پرنٹنگ سے جگر بنانے کی ٹیکنالوجی

سائنسدانوں نے ایک نیا بائیو پرنٹر ڈیزائن کیا ہے جو 30 منٹ سے کم وقت میں انسانی فعال جگر بنا سکتا ہے۔ ٹیکساس میں بائیو انجینئرنگ کی ایک لیبارٹری میں سائنس دانوں نے ایک تھری ڈی بائیو پرنٹر بنانے کا اعلان کیا ہے جو آدھے گھنٹے سے بھی کم وقت میں ایک مکمل طور پر فعال انسانی جگر کو پرنٹ کر سکتا ہے جو اصلی جگر کی طرح جسم سے ٹاکسنز کو خارج کرنے اور پروٹین بنانے کی صلاحیت رکھتا ہے۔

ٹریسٹل بایولوجکس اور یونیورسٹی آف ٹیکساس ایٹ آسٹن کی شراکت سے تیار کردہ یہ مشین مریض کے جسم سے حاصل کردہ اسٹیم سیلز اور endothelial cells سے بنا ہوا سیال مادہ استعمال کرتی ہے جسے بایو انک (Bio-ink) یعنی زندہ روشنائی کہا جاتا ہے۔ اس بایو انک سے یہ مشین پورا تشکیل دیتی ہے جس میں خون کی باریک رگیں یعنی کیپلریز، بائل پیدا کرنے اور اسے گال بلیڈر یعنی پتے تک پہنچانے کے لیے نالیاں شامل ہیں۔

اسی ٹیم نے اس سے چند سال پہلے جگر بنانے کا ایک تھری ڈی پرنٹر ایجاد کیا تھا جس میں سادہ آرگنائڈز کو پرنٹ کرنے میں کئی گھنٹے سے کئی دن لگ جاتے تھے۔ لیکن یہ نیا پرنٹر صرف تیس منٹ میں انسانی جگر کے سائز کا پیچیدہ جگر بنا سکتا ہے۔

اس نئے تھری ڈی پرنٹر کی جگر پرنٹ کرنے کی اس قدر تیز رفتار کے پیچھے ایک نئی ٹیکنالوجی ہے جسے والیومیٹرک لائٹ پر مبنی پرنٹنگ سسٹم کہا جاتا ہے۔ جگر کا ابتدائی ڈھانچہ ایک گاڑھی جیلی کی طرح کے میٹیریل سے بنایا جاتا ہے جس میں سٹیم سیل اور اینڈوتھیلیل سیلز شامل ہوتے ہیں۔ اس تھری ڈی پرنٹر میں اس جیلی کو گھمایا جاتا ہے۔ یہ پرنٹر روشنی کی شعاعوں سے اس جیلی کے اندر درست مقامات پر درست خلیوں کو آپس میں جوڑ کر جگر کا تھری ڈی سٹرکچر بناتا ہے۔ اس پراسیس کے نتیجے میں درست ساخت کا جگر تشکیل پاتا ہے جو لیبارٹری ٹیسٹنگ یا ممکنہ ٹرانسپلانٹیشن کے لیے تیار ہوتا ہے۔ اس سے پہلے ایسے آرگنائیڈ ایک کے بعد دوسری تہہ کے ا فے سے تشکیل دیے جاتے تھے جس میں بہت زیادہ وقت لگتا تھا۔

اس ٹیکنالوجی سے بنائے گئے چوہوں کے جگر لیبارٹری ٹیسٹس میں کئی چوہوں میں ٹرانسپلانٹ کیے جا چکے ہیں۔ ان چوہوں کے جسم میں یہ تھری ڈی پرنٹڈ جگر کئی ہفتوں تک زندہ رہے اور معمول کے کام انجام دیتے رہے۔ چونکہ ان پرنٹڈ جگروں کے لیے سٹیم سیل اور دوسرے خلیے ان چوہوں کے جسم سے ہی لیے گئے تھے اس لیے ان کے مدافعتی نظام نے ان پرنٹڈ اعضاء پر حملہ نہیں کیا۔ اس لیے یہ جگر جسم میں جلد ہی فعال ہو گئے اور معمول کے مطابق کام کرنے لگے۔

اس ٹیکنالوجی کا اگلا مرحلہ انسانی ٹرائلز ہیں جو دو سال کے اندر اندر متوقع ہیں۔ اگر انسانوں پر یہ کلینیکل ٹرائلز کامیاب

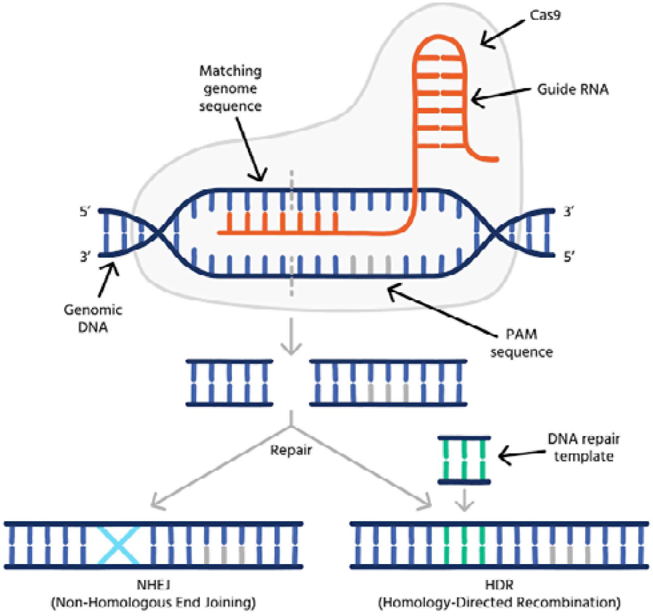
رہے تو امید ہے کہ اگلے چند سالوں میں یہ ٹیکنالوجی جگر کے علاوہ دیگر انسانی اعضا بھی تھری ڈی پرنٹنگ کے ذریعے تشکیل دے سکے گی۔ اس طرح ایک طرف تو ناکارہ اعضا کے مریضوں کو کسی عطیہ دینے والے کی موت کا انتظار نہیں کرنا پڑے گا تو دوسری طرف ان کے جسم میں ان ٹرانسپلانٹڈ اعضاء کے رجیکٹ ہونے کا امکان بھی بہت کم رہ جائے گا۔

انسانی اعضاء کی پیوند کاری کے علاوہ تھری ڈی پرنٹڈ اعضاء دواؤں کے ٹیسٹ کرنے کے طریقہ کار کو ہمیشہ کے لیے بدل سکتے ہیں۔ لیبارٹری میں نئی دواؤں کو جانوروں یا پیٹری ڈش میں انسانی خلیوں کے کلچر پر ٹیسٹ کرنے کے بجائے فارماسیوٹیکل کمپنیاں اصلی پرنٹڈ اعضاء پر اصلی ادویات کی جانچ کر سکیں گی۔ اس طرح دواؤں کی افادیت اور ممکنہ سائیڈ ایفیکٹس کی پیشن گوئی کا پراسیس آسان اور تیز تر ہو جائے گا اور نئی دواؤں کی منظوری موجودہ سسٹم کی نسبت کئی گنا جلد ہو سکے گی۔

کرسپر کی قینچی، کینسر کی موت

کینسر کی بہت سی اقسام بہت تیزی سے اس لیے پھیلتی ہیں کہ کینسر کے خلیے مسلسل تقسیم در تقسیم ہوتے چلے جاتے ہیں اور کینسر کا ٹیومر روز بروز بڑھتا چلا جاتا ہے۔ اس کے برعکس صحت مند خلیوں میں چند بار تقسیم ہونے کے بعد تقسیم کا عمل رک جاتا ہے اور یوں صحت مند خلیوں کی تعداد ضرورت سے زیادہ نہیں بڑھ پاتی۔

اب سائنس دانوں یہ دریافت کر لیا ہے کہ کینسر کی یہ اقسام مسلسل تقسیم در تقسیم کے عمل کو کیسے جاری رکھ پاتی ہیں۔ عام خلیوں اور کینسر کے خلیوں میں ایک پروٹین ہوتی ہے جسے GABP کہا جاتا ہے۔ سائنس دانوں نے دماغ کے کینسر کے خلیوں پر تحقیق کے دوران یہ دریافت کیا کہ اس پروٹین کے ایک چھوٹے سے حصے میں میوٹیشن سے کینسر کے خلیے اس نظام کو ناکارہ دیتے ہیں جو عام خلیوں میں اس تقسیم کے عمل کو روک دیتا ہے۔ جب لیبارٹری میں کرسپر کی ٹیکنالوجی کو استعمال کر کے GABP کی اس میوٹیشن کو ناکارہ دیا گیا تو لیب میں ان خلیوں کی تقسیم در تقسیم کا عمل رک گیا اور یہ خلیے عام خلیوں کی طرح کام کرنے لگے۔ جب کینسر کے ان تبدیل شدہ خلیوں کو چوہوں کے دماغ میں امپلانٹ کیا گیا تو چوہوں دماغ میں بھی ان خلیوں میں چند بار تقسیم ہونے کے بعد تقسیم کا عمل رک گیا۔ اس کے برعکس جب اسی کینسر کے ان خلیوں کو چوہوں کے دماغ میں امپلانٹ کیا گیا جن میں اس میوٹیشن کو ناکارہ نہیں کیا گیا تھا تو چوہوں کے دماغ میں کینسر تیزی سے پھیلنے لگا۔



اس کامیابی کے بعد سائنس دان بہت پرامید ہیں کہ جلد ہی ایسی دوائیں بنالی جائیں گی جو GABP میں اس میوٹیشن کو اسی طرح ناکارہ بنا سکیں جس طرح اس تجربے میں کرسپر کی ٹیکنالوجی کو استعمال کر کے کیا گیا تھا۔ اگر ایسا ممکن ہو گیا تو کینسر کی بہت سی اقسام کی روک تھام آسان ہو جائے گی۔

https://www.livescience.com/63534-cancer-immortality-switch-gabp.html

کوکلئیر امپلانٹ

انسان کی بنیادی حسیات میں بصارت کے بعد دوسری سب سے اہم حس شاید سماعت کی ہے۔ سماعت کے عمل میں آواز ہوا کی لہروں کی صورت میں کان میں داخل ہو کر پردہ سماعت سے ٹکراتی ہے جس سے پردہ سماعت لرزنے لگتا ہے۔ انتہائی مہین ہڈیاں (جو انسانی جسم کی سب سے چھوٹی ہڈیاں ہیں) پردہ سماعت کی حرکت کو اندرونی کان میں کوکلیا تک پہنچاتی ہیں۔ کوکلیا ایک کھوکھلی ہڈی ہے جس میں مائع بھرا ہوتا ہے جو ان صوتی لہروں سے تھرتھرانے لگتا ہے۔ کوکلیا کے مختلف حصوں میں مختلف لمبائیوں کے مہین بال ہوتے ہیں جو اس مائع کی حرکت سے حرکت کرتے ہیں۔ ان بالوں کے سروں پر نیورونز ہوتے ہیں جو بالوں کی حرکت سے فائر کرنے لگتے ہیں۔ یوں آواز کا سگنل بجلی کے سگنل میں تبدیل ہو کر دماغ تک پہنچتا ہے جہاں دماغ اس سگنل کو پراسیس کر کے اس سے مطلب اخذ کرتا ہے اور شعور کو سننے کا تجربہ فراہم کرتا ہے۔

عمر کے ساتھ ساتھ کوکلیا میں موجود بال ضائع ہونے لگتے ہیں۔ خاص طور پر اگر لوگ جوانی میں بے انتہا بلند آواز میں موسیقی سنتے رہے ہیں تو اس سے ان بالوں کو بہت زیادہ نقصان پہنچتا ہے۔ جیسے جیسے یہ بال ضائع ہوتے ہیں ویسے ویسے ہماری سماعت میں کمی آنے لگتی ہے۔ سب سے پہلے وہ بال ضائع ہوتے ہیں جن کی مدد سے ہم ہائی فریکونسی کی آوازیں ڈیٹیکٹ کرتے ہیں کیونکہ یہ بال زیادہ نازک اور چھوٹے ہوتے ہیں۔ اسی وجہ سے عمر بڑھنے کے ساتھ ساتھ سب سے پہلے ہائی فریکونسی کی سماعت ختم ہوتی ہے۔ بچے اور نوجوان 20 کلوہرٹز تک کی فریکونسی کی آواز سن سکتے ہیں جبکہ ادھیڑ عمر کے لوگ بمشکل 12 سے 14 کلوہرٹز تک کی آوازیں سن پاتے ہیں۔ اس کے علاوہ کوکلیا میں موجود جو بال باقی بچ رہتے ہیں ان کی حساسیت بھی کم ہو جاتی ہے۔ اس لیے ادھیڑ عمر کے لوگوں کو عام آواز مشکل سے سنائی دیتی ہیں اگرچہ بہت زیادہ بلند آوازیں اس حالت میں بھی سنی جا سکتی ہیں۔

اگر سماعت میں کمی واقع ہو چکی ہو تو اس کا ایک حل ہیئرنگ ایڈ کا استعمال ہے جس میں کان میں ایک ایسا آلا ٹکا لیا جاتا ہے جو آوازوں کو مائیکروفون کے ذریعے کیچ کرتا ہے اور پھر ایک ایمپلیفائر کے ذریعے انہیں بلند کر کے ایک چھوٹے سے سپیکر کے ذریعے کان میں نشر کرتا ہے۔ ادھیڑ عمر کے اکثر لوگ ہیئرنگ ایڈ کے استعمال سے عام بول چال میں آسانی سے حصہ لے سکتے ہیں۔ جدید ہیئرنگ ایڈز انتہائی sophisticated ڈیجیٹل سگنل پراسیسنگ کے استعمال سے بیک گراؤنڈ کے شور کو کم کرتے ہیں تاکہ محض جس آواز کو سننا مقصود ہے اسی کو سپیکر میں پلے کیا جائے۔ اس کے علاوہ جدید ہیئرنگ ایڈز اس قدر چھوٹے ہیں کہ کانوں میں نصب ہیئرنگ ایڈ عموماً نظر بھی نہیں آتے۔

مسلسل بے احتیاطی سے یعنی مسلسل انتہائی بلند آواز میں موسیقی سننے سے یا ہر وقت لاؤڈ سپیکر کے بہت پاس موجود ہونے

سے ایک وقت ایسا بھی آتا ہے کہ کوکلیا کے اندر موجود تمام بال ختم ہو جاتے ہیں جس کے بعد انسان کی سماعت بالکل جاتی رہتی ہے۔ اس کے علاوہ کچھ لوگوں میں کسی جینیاتی خرابی کی وجہ سے بھی کوکلیا کے اندر جو حساس بال ختم ہونے لگتے ہیں اور ان کی سماعت مکمل طور پر ختم ہو جاتی ہے۔

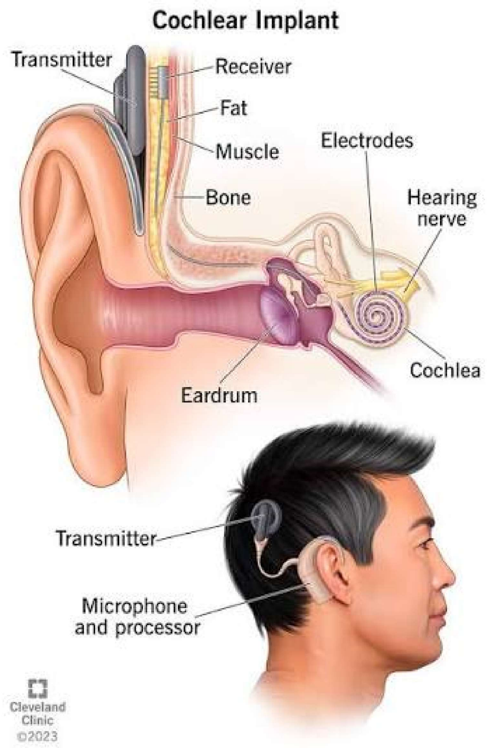
چند دہائیاں پہلے تک اس مسئلے کا کوئی علاج موجود نہیں تھا اور ایسے افراد کو اپنی باقی تمام عمر بغیر سماعت کے گذارنا پڑتی تھی۔ تاہم سائنس دانوں نے اس مسئلے کا حل بھی تلاش کر لیا ہے۔ سائنس دانوں نے یہ نوٹ کہ کوکلیا میں موجود بال ختم ہو جائیں تو بھی ان کے ساتھ منسلک نیورونز (جن کی فائرنگ سے آواز کا سگنل دماغ تک پہنچتا ہے) ناکارہ نہیں ہو جاتے بلکہ یہ نیورونز بدستور صحت مند رہتے ہیں۔ اگر کسی طرح سے انہیں تحریک دینا ممکن ہو تو یہ دوبارہ فائر کرنے لگیں گے۔ چنانچہ سائنس دانوں نے تجویز پیش کی کہ اگر کوکلیا کے اندر الیکٹروڈز نصب کیے جائیں جن کے ذریعے صوتی سگنل سے نیورونز کو براہِ را تحریک دی جائے تو شاید سماعت سے محروم لوگوں کے لیے سننا ممکن ہو جائے۔

دیکھنے میں تو یہ کام آسان معلوم ہوتا ہے لیکن بہت سے سائنس دانوں کا خیال تھا کہ ایسا کرنا ناممکن ہو گا۔ انسان کے کوکلیا میں 30 ہزار سے زیادہ انفرادی nerves ہوتی ہیں جن میں سے ہر ایک کوکلیا میں موجود الگ الگ بالوں سے تحریک پاتی ہیں۔ ایسی کوئی ٹیکنالوجی موجود نہیں ہے جو مصنوعی طور پر تیس ہزار انفرادی نروز کو تحریک دے سکے۔ کوکلیا اس قدر چھوٹا ہے کہ موجودہ ٹیکنالوجی سے اس میں زیادہ سے زیادہ 22 یا 24 الیکٹروڈز نصب کیے جا سکتے ہیں۔ سائنس دانوں کو یقین تھا کہ محض اتنی محدود تعداد میں الیکروڈز بہت سی nerves کو بیک وقت تحریک نہیں دے پائیں گے اور دماغ اس سگنل کو ڈیکوڈ نہیں کر پائے گا۔

اس سے بھی بڑا مسئلہ یہ تھا صحت مند کوکلیا میں ان nerves کی فائرنگ کے پیٹرن آواز کے فریکونسی سپیکٹرم پر منحصر ہوتے ہیں۔ ہمیں ایسا کوئی طریقہ معلوم نہیں ہے جس سے ان مصنوعی الیکٹروڈز سے بھی عین وہی فائرنگ پیٹرنز پیدا کیے جا سکیں۔ جانوروں پر تجربات سے ہمیں اتنا تو معلوم تھا کہ ان الیکٹروڈز کی مدد سے سماعت سے محروم جانور آواز کی موجودگی کو ڈیٹیکٹ کر سکتے ہیں لیکن کیا انسان ان الیکٹروڈز کی مدد سے بات چیت کو بھی سمجھ پائیں گے یا نہیں اس بارے میں ا سائنس دان زیادہ پر امید نہیں تھے۔ لیکن جو شخص سماعت سے بالکل محروم ہو اس کے لیے کچھ آواز سن لینا بھی نہ سننے سے کہیں بہتر ہوتا ہے۔ اس وجہ سے ئنس دان اپنی ریسرچ میں جٹے رہے اور اس ٹیکنالوجی کو انسانوں پر آزمانے کے تجربات کا آغاز ہوا۔

کوکلیا ایک spiral یعنی مرغولے دار سٹرکچر ہے جو اندر سے کھوکھلا ہوتا ہے۔ کوکلیر امپلانٹ میں بہت سے الیکٹروڈز ایک تار پر اس طرح لگے ہوتے ہیں جیسے ہار میں موتی لگے ہوتے ہیں۔ کوکلیا کی ٹاپ پر سوراخ کر کے یہ الیکٹروڈز یکے بعد دیگرے

اس سوراخ سے کوکلیا کے اندر دھکیلے جاتے ہیں حتیٰ کے یہ الیکٹروڈ بھی spiral کی شکل میں کوکلیا میں نصب ہو جاتے ہیں۔ اس کے علاوہ کھوپڑی کے اندر کان کے پاس ایک الیکٹرانک سسٹم نصب کیا جاتا ہے جو باہر کان پر موجود الیکٹرانک آلے سے آواز کی لہریں برقی لہروں کی شکل میں وصول کرتا ہے اور پھر مختلف فریکونسی کی آوازوں کو کوکلیا میں موجود مختلف الیکٹروڈز کی طرف بھیجتا ہے یہ الیکٹروڈز ان nerves کو تحریک دیتے ہیں جن کے فائر کرنے سے دماغ کو آواز کا سگنل موصول ہوتا ہے۔ سائنس دانوں کو یقین تھا کہ انسانوں کے کوکلیا میں ان الیکٹروڈز کو نصب کیا جائے تو انسان سوائے بے ہنگم شور کے اور کچھ نہیں سن پائیں گے۔



اور سائنس دانوں کا شک درست نکلا۔ کوکلیر امپلانٹ نصب کرنے کے بعد مریضوں کو سوائے بے ہنگم شور کے اور کچھ سنائی نہیں دیا۔ تاہم چند ہفتوں کے بعد ایک حیرت انگیز مظہر رونما ہونے لگا۔ سائنس دانوں کی توقعات کے خلاف یہ مریض کچھ کچھ الفاظ سمجھنے لگے۔ چند ماہ کے اندر اندر ہی یہ مریض عام گفتگو سمجھنے کے قابل ہو گئے۔ سوال یہ ہے کہ یہ کیسے ممکن ہوا؟

انسانی دماغ انتہائی پلاسٹک ہے یعنی ضرورت کے مطابق اس میں خود بخود تبدیلیاں ہوتی رہتی ہیں۔ دماغ حسیات سے آنے والے سگنلز میں پیٹرنز تلاش کرتا ہے۔ جن لوگوں کی سماعت پہلے درست تھی ان کے دماغ میں یہ انفار پہلے سے موجود ہے کہ مختلف الفاظ کی آواز کیا ہوتی ہے۔ چنانچہ جب انہیں لکھ کر بتایا جائے کہ کیا لفظ بولا جا رہا ہے اور پھر وہی لفظ بار بار بولا جائے تو دماغ ان الیکٹروڈز سے آنے والے سگنلز کو اس لفظ کے ساتھ associate کرنے لگتا ہے یعنی مریض وہ لفظ 'سننے' لگتا ہے۔ اگرچہ الیکٹروڈز سے پیدا ہونے والا پیٹرن سماعت کے اوریجنل پیٹرن لکل مختلف ہے لیکن دماغ ان نئے پیٹرنز کو پہچاننے لگتا ہے اور شعور میں ان پیٹرنز کے نتیجے میں وہ آوازیں پیدا کرنے لگتا ہے جو انسان سماعت کھونے سے پہلے سنتا تھا۔

کوکلیر امپلانٹ کے بارے میں ایک اور انتہائی دلچسپ بات یہ ہے کہ اگرچہ اس امپلانٹ کے بعد مریض دوسروں کی بات چیت کم و بیش درست طور پر سمجھنے لگتے ہیں لیکن یہ لوگ موسیقی سے لطف اندوز نہیں ہو پاتے اور موسیقی کو محض ایک بے

ہنگم شور کے طور پر ہی محسوس کر پاتے ہیں۔ البتہ موسیقی میں موجود لے کو پہچاننا ان کے لیے مشکل نہیں ہوتا۔ اس کی وجہ یہ سمجھی جاتی ہے کہ لے نسبتاً کم فریکونسی کے سگنلز سے پہچانی جاتی ہے جو چند الیکٹروڈز آسانی سے دماغ تک پہنچا سکتے ہیں۔ اس کے برعکس پیچیدہ موسیقی میں بہت زیادہ انفارمیشن ہائی فریکونسیز میں پائی جاتی ہے جسے الیکٹروڈز دماغ تک نہیں پہنچا پاتے۔

کوکلیر امپ   لیے نیچے دیا گیا آرٹیکل توجہ سے پڑھیے جس میں اس ٹیکنالوجی سے متعلق تفصیلی انفارمیشن موجود ہے۔

اوریجنل آرٹیکل کا لنک:

https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2782849/

کوکلیر امپلانٹ کے بارے میں ویڈیو:

https://www.youtube.com/watch?v=LhSpb36_1s4

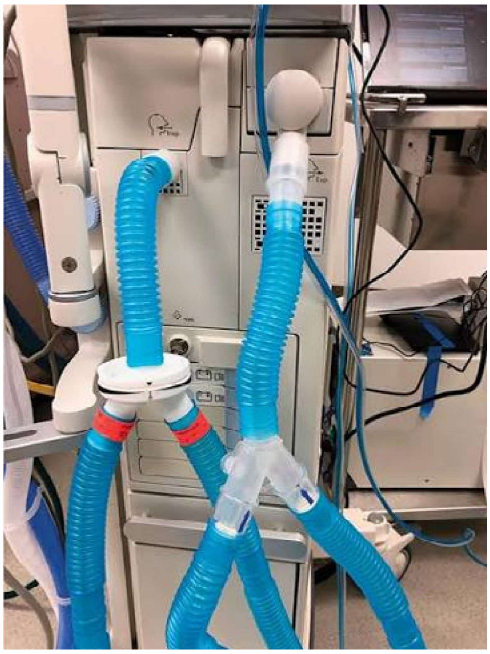
لے سانس بھی آہستہ، کہ نازک ہے بہت کام

میر تقی میر نے سانس آہستہ لینے کا مشورہ اس لیے دیا تھا کہ آفاق کی شیشہ گری کا کام بہت نازک ہے۔ انسانی پھیپھڑوں کا کام بھی اسی طرح بہت نازک ہے لیکن سانس آہستہ لینے سے جسم میں آکسیجن کی کمی واقع ہو جاتی ہے۔ خصوصاً ایسی بیماریوں میں جس میں پھیپھڑے متاثر ہو، سانس زور سے لینا زیادہ درست ہے تا کہ جسم کو زیادہ سے زیادہ آکسیجن میسر آسکے۔ کورونا وائرس کے مریضوں کے لیے خصوصاً تیز تیز سانس لینا اشد ضروری ہے کیونکہ کورونا وائرس پھیپھڑوں پر ہی حملہ کرتا ہے جس سے پھیپھڑوں میں سوزش ہو جاتی ہے اور سانس لینے میں دشواری ہونے لگتی ہے۔ کورونا وائرس سے مرنے والے بیشتر مریض دراصل خون میں آکسیجن کی کمی ہو جانے کی وجہ سے ہی مرتے ہیں کیونکہ ان کے پھیپھڑوں میں سوزش اس قدر زیادہ ہو جاتی ہے کہ جسم کو بہت کم آکسیجن میسر آرہی ہوتی ہے۔ زور سے سانس لینے کے لیے ڈایافرام کے مسلز کو اضافی کام کرنا پڑتا ہے جس کے لیے ان مسلز کو اضافی آکسیجن کی ضرورت ہوتی ہے لیکن آکسیجن کی کمی کی وجہ سے یہ مسلز کام نہیں کر پاتے اور یوں تازہ ہوا پھیپھڑوں میں نہیں پہنچ پاتی۔

کورونا وائرس کے جن مریضوں کی حالت زیادہ خراب ہو انہیں مصنوعی تنفس کی مشینوں پر رکھا جاتا ہے جنہیں ventilators کہا جاتا ہے اور جن کا کم پھیپھڑوں میں ہوا پمپ کرنا ہوتا ہے تا کہ پھیپھڑوں کو وافر مقدار میں آکسیجن ملے اور سوزش کے باوجود بہت سی آکسیجن خون میں شامل ہو سکے۔

پاکستان کا شمار تو ویسے بھی غریب ممالک میں ہوتا ہے، اس لیے پاکستان میں تنفس کی مشینوں کی کمی سمجھ میں آتی ہے۔ لیکن حیرت اس بات پر ہوتی ہے کہ امریکہ جیسا ترقی یافتہ ملک بھی کورونا وائرس کے حملے کے لیے تیار نہیں تھا۔ امریکی حکومت کی لاپرواہی، صدر ٹرمپ کی بیوقوفی، اور صحت عامہ کے بجٹ میں کئی برسوں سے مسلسل کٹوتی کی وجہ سے امریکہ کسی بھی پینڈیمک کا مقابلہ کرنے کے لیے تیار نہیں تھا۔ ماہرین کے مطابق امریکہ میں تنفس کی مشینوں کی شدید کمی ہے۔ خاص طور پر ان شہروں میں جہاں کورونا وائرس کے مریضوں کی تعداد بہت زیادہ ہے (مثلاً نیویارک، جرسی سٹی، بوسٹن وغیرہ) وہاں تنفس کی مشینوں کی راشننگ کی جارہی ہے یعنی سب مریضوں کو تنفس کی مشینیں میسر نہیں ہیں۔ ایسے میں کچھ ڈاکٹر نت نئے طریقوں سے مریضوں کی جان بچانے کی کوشش کر رہے ہیں۔ کچھ ڈاکٹروں نے تنفس کی مشینیں شیئر کرنے کا طریقہ اختراع کیا ہے جس میں ایک مشین سے

دو یا چار مریض بیک وقت منسلک کیے جا رہے ہیں۔



اس طریقے میں تنفس کی مشین کی ان ٹیوبوں میں جن کے ذریعے مریض کو آکسیجن فراہم کی جاتی ہے ایک 'ٹی جنکشن' لگا دیا جاتا ہے جس کے ساتھ دو یا چار اضافی ٹیوبیں منسلک کی جا سکتی ہیں جن میں سے ہر ایک کے ساتھ ایک مریض منسلک کیا جا سکتا ہے۔ دیکھنے میں یہ کام آسان لگتا ہے لیکن دراصل ایسا کرنا تکنیکی طور پر بے حد مشکل ہے اور اس میں ڈاکٹر یا آپریٹر کی ذرا سی غلطی سے مریضوں کی جان جا سکتی ہے۔

تنفس کی مشین سے جب کسی مریض کو منسلک کیا جاتا ہے تو مریض سانس تو لے رہا ہوتا ہے لیکن اس قدر کمزور ہو چکا ہوتا ہے کہ بہت کم آکسیجن پھیپھڑوں میں جا رہی ہوتی ہے۔ تنفس کی مشین بنیادی طور پر آکسیجن کا پریشر بڑھا کر آکسیجن کو مریض کے پھیپھڑوں میں دھکیلتی ہے۔ آکسیجن کے پریشر کے بڑھنے اور گھٹنے کے سائیکل کو مریض کی سانسوں کے ساتھ synchronize کیا جاتا ہے تاکہ مشین صرف اس وقت آکسیجن کا پریشر بڑھائے جب مریض سانس اندر لے جا رہا ہے اور اس وقت پریشر کم کر دے جب مریض سانس کو خارج کر رہا ہو۔ اس کے علاوہ اس میں ہوا کا پریشر اتنا رکھا جاتا ہے کہ پھیپھڑے اپنی پوری کیپیسیٹی تک بھر سکیں تاکہ زیادہ سے زیادہ آکسیجن پھیپھڑوں میں داخل ہو رہی ہو۔ اگر پریشر ضرورت سے کم ہو تو پھیپھڑوں کو آکسیجن کم پہنچے گی۔ لیکن اگر پریشر ضرورت سے زیادہ ہو جائے تو پھیپھڑوں کو مستقل طور پر نقصان پہنچ سکتا ہے جس سے فائدے کے بجائے مزید نقصان ہو سکتا ہے اور مریض کی موت بھی واقع ہو سکتی ہے۔

چنانچہ جب دو یا چار مریضوں کو تنفس کی ایک ہی مشین کے ساتھ منسلک کیا جاتا ہے تو یہ ضروری ہوتا ہے کہ ایسے تمام مریضوں کے تنفس کا سائیکل ایک جیسا ہو یعنی چاروں مریض ایک ہی وقت میں سانس اندر کھینچ رہے ہوں اور باہر نکال رہے ہوں۔ لیکن بات صرف یہیں پر ختم نہیں ہو جاتی۔ مختلف مریضوں کو ان کی حالت کے مطابق ہوا کے پریشر کی ضرورت مختلف ہوتی ہے۔ کچھ لوگوں کے پھیپھڑے نسبتاً نرم ہوتے ہیں (جو کہ صحت مند پھیپھڑوں کی نشانی ہے) اور انہیں ہوا کے دباؤ کی ضرورت کم ہوتی ہے۔ اس کے برعکس کچھ مریضوں کے پھیپھڑے بیماری اور سوزش کی وجہ سے سخت ہو چکے ہوتے ہیں اور انہیں مناسب مقدار میں آکسیجن پہنچانے کے لیے ہوا کا زیادہ دباؤ درکار ہوتا ہے۔ صرف وہ مریض تنفس کی ایک مشین کو شیئر کر سکتے ہیں جن کے

پھیپھڑوں کو ہوا کا ایک سا دباؤ درکار ہو۔ اس کے علاوہ اگر چہ تنفس کی ایک مشین کو شیئر کرنے والے چاروں مریض کورونا وائرس کا ہی شکار ہوں گے (یعنی ایسا کرنے سے کسی مریض کو نئی بیماری کا امکان نہیں ہو گا) لیکن اگر ان میں سے کسی ایک مریض کو کورونا وائرس کے علاوہ کوئی اور وائرل یا بیکٹیریل انفیکشن ہے تو وہ باقی مریضوں میں بھی پھیل سکتی ہے۔

چنانچہ تنفس کی مشین شیئر کرنے کے لیے ڈاکٹروں کو مریض بہت احتیاط سے چننا پڑتے ہیں۔ ایک ہی مشین پر ڈالے جانے والے مریضوں کی سیلیکشن کے بعد ڈاکٹر یہ متعین کرتے ہیں کہ تنفس کی مشین کی سیٹنگز کیا ہوں گی، ایک منٹ میں کتنی دفعہ سانس لیا جائے گا، مریض کے پھیپھڑوں میں ہوا کا دباؤ کتنا ہونا چاہیے اور اس دباؤ کو برقرار رکھنے کے لیے مشین ہوا کا کتنا دباؤ پیدا کرے گی (چونکہ ا مشین دو یا چار مریض شیئر کر رہے ہیں اس لیے مریض کے پھیپھڑوں میں ہوا کا دباؤ مشین کے پیدا کردہ ہوا کے دباؤ سے کم ہو گا یعنی چاروں مریضوں کو درست دباؤ کے ساتھ ہوا پہنچانے کے لیے مشین کا پیدا کردہ دباؤ کسی ایک مریض کو درکار دباؤ سے زیادہ ہونا چاہیے)۔ اگر یہ کیلکولیشنز غلط ہوں تو چاروں مریضوں کی جان کو خطرہ ہو سکتا ہے۔

ا دفعہ ڈاکٹر یہ تمام پیرامیٹرز سیٹ کر دیں تو مشین کے آپریٹرز جو کہ انتہائی تربیت یافتہ ہوتے ہیں اس مشین کی سیٹنگز کو پروگرام کرتے ہیں، مشین کی کار گی کو ٹیسٹ کرتے ہیں اور اس کے بعد مریضوں کو اس مشین سے منسلک کیا جاتا ہے۔ اس طرح اب تک کئی مریضوں کی جان بچائی جا چکی ہے۔

عام طور پر تنفس کی مشین شیئر کرنے کا تصور ہی مضحکہ خیز سمجھا جاتا ہے۔ اس مشین کے مینوفیکچررز نے اس مشین کو صرف ایک وقت میں ایک مریض کے لیے ہی ڈیزائن کیا ہے اور ایک سے زیادہ مریضوں کے استعمال کے آپشن کو ٹیسٹ نہیں کیا گیا۔ لیکن کورونا وائرس کی وبا کی وجہ سے مریضوں کی تعداد اس قدر زیادہ ہے کہ اب ہنگامی حالات میں ایک مشین کے ساتھ ایک سے زیادہ مریضوں کو منسلک کرنے کے پروسیجرز کی منظوری دے دی گئی ہے۔

اوریجنل آرٹیکل کا لنک:

https://www.livescience.com/amp/coronavirus-emergency-ventillator-capacity-increase.html

وہیل کے جسم پر کھرنڈ کیوں نہیں بنتے؟

اگر ہمیں چوٹ لگ جائے اور خون بہنے لگے تو کچھ ہی دیر میں زخم پر کھرنڈ بن جاتا ہے جس سے خون بہنا بند ہو جاتا ہے۔ ایسا صرف انسانوں کے ساتھ ہی نہیں ہوتا بلکہ قریب قریب تمام فقاری (یعنی ریڑھ کی ہڈی والے) جانوروں کے ساتھ ہوتا ہے۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ خون کو اگر تازہ ہوا میسر ہو تو خون کے لوتھڑے بننے لگتے ہیں یعنی خون جمنے لگتا ہے۔ لیکن سمندری میملز مثلاً وہیل اور ڈولفن وغیرہ کے جسم پر اگر کہیں چرکہ لگ جائے تو ان کے جسم پر کھرنڈ نہیں بنتے۔ آیئے دیکھتے ہیں کہ اس کی وجہ کیا ہے۔

ہم جانتے ہیں کہ وہیل، ڈولفن، اور دیگر سمندری میملز کے اجداد کسی زمانے میں خشکی پر رہتے تھے۔ ان اجداد میں سے ایک نوع اس علاقے میں رہتی تھی جہاں آج کل پاکستان آباد ہے۔ اس معدوم شدہ نوع کے کئی فاسلز پاکستان کے مختلف علاقوں دریافت ہو چکے ہیں اور اس جانور کو پاکستان کی نسبت سے پاکی سیٹس (Pakicetus) کا نام دیا گیا ہے۔ ٹیکٹانک پلیٹس کی حرکات کی وجہ سے جن علاقوں میں پاکی سیٹس رہتے تھے وہ علاقے آہستہ آہستہ سمندر برد ہونے لگے۔ چونکہ وہیل کے اجداد کے لیے اب خشکی پر رہنا ممکن ہو چلا تھا اس لیے ان اجداد کے جسم میں اس شدید سیلیکشن پریشر کی وجہ سے ایسی تبدیلیاں آنے لگیں جن سے ان کے لیے پانی میں وقت گذارنا آسان ہوتا چلا گیا۔ مثال کے طور پر ان کے پھیپھڑے بڑے ہوتے چلے گئے اور یہ دیر تک سانس روکے رکھنے کے قابل ہو گئے۔ آج وہیل کی ایسی سپیشیز موجود ہیں جو کئی گھنٹے تک سانس روک کر ہزاروں میٹر گہرے سمندر کی تہہ میں اپنا شکار تلاش کر سکتی ہیں۔ اسی طرح ان اجداد کے جسمانی اعضاء میں مناسب تبدیلیاں آ گئیں۔ مثلاً ان کی ٹانگیں آہستہ آہستہ flippers یعنی تیرنے والے اعضا میں تبدیل ہو گئیں اگرچہ ان کی ہڈیوں کی ساخت اب بھی وہی ہے جو باقی میملز کی ٹانگوں کی ہڈیوں کی ہوتی ہے، اور ان کی جلد انتہائی موٹی، سخت، اور چکنی ہو گئی وغیرہ۔

لیکن ساتھ ہی ساتھ ان میں بہت سی ایسی خصوصیات معدوم ہو گئیں جو باقی میملز کے زندہ رہنے کے لیے ضروری ہوتی ہیں لیکن جن کی پانی میں ضرورت نہیں رہتی۔ مثال کے طور پر ان سمندری میملز کے جسم پر بال نہیں ہوتے کیونکہ بالوں سے پانی کے خلاف مزاحمت پیدا ہوتی ہے اور پانی میں حرکت مشکل ہو جاتی ہے۔ اسی طرح سمندری میملز کے منہ میں تھوک کے گلینڈز ناکارہ ہو چکے ہیں اور تھوک نہیں بناتے۔ سمندر میں جہاں ہر طرف پانی ہی پانی ہے وہاں تھوک کی ضرورت نہیں رہتی۔ ویسے بھی یہ میملز اپنا شکار سالم نگلتے ہیں اس لیے چبانے کے دوران تھوک کی ضرورت نہیں ہوتی۔ ان کے گردے جسم سے نمک خارج کرنے میں انتہائی ایفیشنٹ ہیں تاکہ ان کے معدے میں سمندر کے پانی کے جانے سے جسم میں نمک کی مقدار میں جو اضافہ ہو جاتا

ہے اس کی تلافی کی جا سکے۔ اسی طرح سمندری میملز کی نیند کا سائیکل باقی میملز سے بالکل مختلف ہوتا ہے یعنی نیند کے دوران ان کا محض آدھا دماغ سوتا ہے (یعنی یا دایاں نصف کرہ سوتا ہے اور بایاں جاگ رہا ہوتا ہے یا پھر بایاں نصف کرہ سوتا ہے جبکہ دایاں جاگ رہا ہوتا ہے)۔ اگر ایسا نہ ہو تو یہ جانور نیند کے دوران سانس لینے سطح پر نہ جا سکیں اور ڈوب کر مر جائیں۔ اس کے علاوہ اگر سمندری میملز مسلسل حرکت نہ کرتے رہیں تو ان کے جسم کا درجہ حرارت گرنے لگتا ہے اور انہیں ہائپوتھرمیا کا خطرہ ہوتا ہے۔ اپنے جسم کا درجہ حرارت برقرار رکھنے کے لیے انہیں مسلسل حرکت کرنا پڑتی ہے اور گہری نیند میں مسلسل حرکت کرنا ممکن نہیں ہوتا۔

سمندری میملز اور باقی میملز میں ایک اور لچسپ فرق یہ ہے کہ سمندری میملز میں خون کے کلاٹ بننے کے جینز ناکارہ ہو چکے ہیں یعنی انہیں اگر چوٹ لگ جائے تو ان کے جسم پر باقی میملز کی طرح کھرنڈ نہیں بنتے۔ بظاہر یہ تبدیلی ارتقائی طور پر نقصان دہ معلوم ہوتی ہے۔ بلڈ کلاٹنگ کا ارتقاء کروڑوں سال پہلے ہوا اور قریب قریب تمام فقاری جانوروں میں بلڈ کلاٹنگ کے جینز پائے جاتے ہیں۔ بلڈ کلاٹنگ کے عمل میں اگر خون کو تازہ ہوا میسر آ جائے تو خون کے لوتھڑے بننے لگتے ہیں۔ یہ لوتھڑے زخم کے منہ پر بنتے ہیں کیونکہ یہیں خون کو تازہ ہوا میسر ہوتی ہے۔ یوں چند گھنٹوں میں ہی زخم کا منہ بند ہو جاتا ہے اور خون بہنا رک جاتا ہے۔ سمندری میملز کی جلد بہت موٹی ہوتی ہے اور جلد میں خون کی رگیں بہت باریک ہوتی ہیں۔ گہرے سمندروں میں ڈائیو کے دوران یہ جانور محض ایک سانس میں دو دو گھنٹے پانی کے نیچے رہتے ہیں۔ چنانچہ ان جانوروں میں خون کا دوران صرف ضروری اعضا مثلاً دماغ، پھیپھڑوں کی طرف ہی زیادہ ہوتا ہے اور جلد کی طرف خون لے جانے والی رگیں مزید سکڑ کر جلد کو خون کی سپلائی بالکل منقطع کر دیتی ہیں۔ اس وجہ سے سمندری میملز میں چوٹ لگنے سے خون بہنے کا امکان نسبتاً کم ہوتا ہے۔ اس کے علاوہ خون بہنے کی صورت میں خون کو ہوا بھی میسر نہیں ہوتی چونکہ یہ جانور پانی میں ہوتے ہیں۔ اس وجہ سے کلاٹنگ کا عمل درست کام نہیں کر پاتا کیونکہ کلاٹنگ کے عمل کے لیے تازہ ہوا کی ضرورت ہوتی ہے۔ گویا ان جانوروں کو خون کی کلاٹنگ کے نظام سے کوئی فائدہ نہیں ہوتا۔ لیکن جب یہ جانور گہرے سمندر میں ڈائیو کرتے ہیں تو ان کے خون میں نائیٹروجن کے چھوٹے چھوٹے بلبلے بننے لگتے ہیں۔ اگر ان کے خون میں کلاٹنگ کا نظام موجود ہو تو ان بلبلوں کی وجہ سے پورے جسم میں خون کے لوتھڑے بننے لگیں گے جو خون کی رگوں میں پھنس کر مختلف اعضا کو خون کی سپلائی روک سکتے ہیں۔ اس وجہ سے ارتقاء کے سفر کے دوران ان میملز میں خون کے لوتھڑے بنانے کے جینز ناکارہ ہو چکے ہیں۔ اس وجہ سے سمندری میملز مثلاً وہیل کے جسم پر کھرنڈ کبھی نہیں بنتے۔

حال ہی میں سائنس دانوں نے مختلف سمندری میملز کے ڈی این اے کا تجزیہ کیا ہے اور اس میں ان جینز کی شناخت کر لی ہے جن میں میوٹیشنز سے ان میملز کے جسموں میں یہ تبدیلیاں رونما ہوئیں۔ مثال کے طور پر خون میں کلاٹنگ کرنے والے

جینز ان تمام سمندری میملز میں بدستور موجود ہیں لیکن ان میں میوٹیشنز کی وجہ سے یہ جینز ناکارہ ہو چکے ہیں۔ سائنس دان یہ تمام میوٹیشنز دریافت کر چکے ہیں اور ان میوٹیشنز کی سٹڈی سے یہ اندازہ لگانے میں بھی کامیاب ہو چکے ہیں کہ یہ میوٹیشنز کتنے ملین سال پہلے پیدا ہوئیں۔ یوں وہیل کے ارتقاء کے سفر کی مفصل کہانی سمجھنے میں آسانی ہو گئی ہے۔

اسی طرح ئنس دانوں نے ان جینز میں ہونے والی میوٹیشنز بھی دریافت کر لی ہیں جن کی وجہ سے سمندری میملز میں نیند کے پیٹرنز خشکی کے میملز سے مختلف ہیں۔ میلاٹونن ایک ہارمون ہے جو دماغ میں موجود پائینیل گلینڈ سے خارج ہوتا ہے اور دماغ میں غنودگی کی حالت پیدا کرتا ہے جو نیند کے لیے ضروری ہوتی ہے۔ میلاٹونن پیدا کرنے کے لیے جو جینز درکار ہوتے ہیں ان میں سے چار جینز سمندری میملز میں ناکارہ ہو چکے ہیں۔ اس وجہ سے سمندری جانوروں کے پائینیل گلینڈ سے میلاٹونن کا اخراج نہیں ہوتا اور یہ جانور گہری نیند کبھی نہیں سوتے۔ اس کا نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ ان کے دماغ کے دونوں حصے بیک وقت نہیں سو سکتے۔

اس کے علاوہ ان جینز کے ایکسپریشن میں بھی تبدیلیاں آ چکی ہیں جن سے خشکی کے جانوروں میں بیرونی اعضاء کی تشکیل ہوتی ہے۔ یعنی بیرونی اعضا مثلاً ٹانگوں اور پاؤں کی تشکیل کو کنٹرول کرنے والے جینز تو سمندری میملز میں موجود ہیں لیکن کچھ دوسرے جینز تبدیل ہو چکے ہیں جو ان اعضا کی تشکیل دینے والے جینز کے ایکسپریشن کو کنٹرول کرتے ہیں۔ گویا خشکی پر رہنے والے جانوروں کے اعضا کو تشکیل دینے والے جینز سمندری میملز میں بدستور موجود ہیں لیکن ان جینز کو جو جینز ایکٹیویٹ کرتے ہیں وہ جینز سمندری میملز میں ناکارہ ہو چکے ہیں۔ اس وجہ سے سمندری میملز میں یہ اعضا تشکیل نہیں پاتے۔

ہمیں وہیل کے ار کی بہت سی تفصیل فاسلز کی مدد سے پہلے سے ہی معلوم ہو چکی ہے۔ لیکن موجودہ سٹڈی سے پہلے ہمیں اس ارتقائی سفر کے دوران ہونے والی جینیاتی میوٹیشنز کی تفصیل کا علم نہیں تھا۔ اس سٹڈی میں ان تمام جینیاتی میوٹیشنز کا احاطہ کیا گیا ہے جو سمندری میملز کے جینز میں پائی جاتی ہیں اور جن کی بدولت سمندری میملز کا مسلسل پانی میں رہنا ممکن ہوا۔ اس سٹڈی سے نظریہ ارتقاء کی پیش گوئیاں ایک بار پھر درست ثابت ہوئی ہیں۔ آج سے اڑتیس کروڑ سال پہلے خشکی کے تمام جانوروں کے مشترکہ اجداد پہلی بار سمندر سے خشکی پر آئے۔ خشکی پر کروڑوں سال میں ارتقاء کی بدولت یہ اجداد انواع کی کئی شاخوں میں بٹ گئے جن میں سے ایک شاخ میملز کی تھی جس کا ارتقاء بیس کروڑ سال پہلے شروع ہوا۔ ساڑھے چھ کروڑ سال پہلے ڈائنوسارز کی بیشتر انواع معدوم ہو گئیں اور میملز تمام دنیا پر چھا گئے۔ ایک کروڑ سال پہلے ان میملز میں سے کچھ انواع دوبارہ سمندر میں رہنے پر مجبور ہو گئیں اور سیلیکشن پریشر کی وجہ سے ان میں ایسی تبدیلیاں رونما ہوئیں جن سے ان میں نئے ماحول یعنی گہرے سمندر میں رہنے کے لیے مطابقت پیدا ہو گئی۔

اوریجنل آرٹیکل کالنک:

https://www.nytimes.com/2019/09/26/science/whales-dolphins-genes-evolution.html

روبوٹ اور باسکٹ بال

ٹویوٹا کمپنی کے انجینیئرز نے ایک روبوٹ ڈیزائن کیا ہے جو مصنوعی ذہانت کے استعمال سے باسکٹ بال کی بہت ایکوریٹ شاٹس پھینکنے کے قابل ہے۔ اس روبوٹ نے زیادہ سے زیادہ فاصلے سے باسکٹ بال کے گیند کو باسکٹ میں ڈالنے یعنی فیلڈ گول کرنے کا عالمی ریکارڈ قائم کیا ہے۔

اس روبوٹ کا ڈیزائن ٹویوٹا کے کچھ انجنیئرز نے چند سال پہلے محض ایک مشغلے کے طور پر شروع کیا تھا۔ آغاز میں روبوٹ کا ڈیزائن بہت سادہ تھا۔ لیکن وقت کے ساتھ ساتھ انجینیئرز اسے بہتر بناتے چلے گئے اور اس میں مصنوعی ذہانت کی قابلیت شامل کی تاکہ روبوٹ خود اپنی شاٹس سے سیکھ سکے۔ اس کے ہاتھوں کی حرکات کو انتہائی پریسائز روبوٹک موٹرز حرکت دی جاتی ہے اور ان موٹرز کی حرکات کو کمپیوٹر کنٹرول کرتے ہیں جو مصنوعی ذہانت سے پچھلی شاٹس کی غلطیوں کا تجزیہ کرتے ہیں اور اگلی شاٹ کے لیے ہاتھوں کی بہتر حرکات کی پیش گوئی کرتے ہیں۔ اس طرح روبوٹ کی شاٹس وقت کے ساتھ ساتھ بہتر ہوتی جاتی ہیں شروع کے ڈیزائنز میں کارکن اس روبوٹ کے ہاتھ پر گیند رکھتے تھے اور روبوٹ صرف گیند پھینکتا تھا۔ پھر انجنیئرز نے روبوٹ کے ڈیزائن کو مزید بہتر بنایا تاکہ روبوٹ خود گیند اٹھائے اور شاٹ کے لیے ہاتھ کو درست پوزیشن میں لے جائے۔ اس کام کے لیے روبوٹز ایک جگہ ساکن نہیں رہ سکتے۔ اس لیے ان کے پاؤں میں پہیے نصب کیے گئے تاکہ روبوٹ خود اس مقام تک جائیں جہاں گیند پڑی ہے، گیند اٹھائے، اور پھر واپس اس جگہ پر آئے جہاں سے شاٹ پھینکنا مقصود ہے جب روبوٹ یہ کام بھی سیکھ گیا تو اسے dribbling سکھائی گئی۔ کسی بھی روبوٹ کے لیے dribbling (یعنی زمین پر بار بار ٹپا لگاتے ہوئے گیند کو آگے بڑھانا) سیکھنا بہت ہی مشکل کام ہے۔ کیونکہ اس میں نہ صرف گیند کو درست زاویے سے زمین پر مارنا ہوتا ہے بلکہ یہ بھی پیش گوئی کرنا ہوتی ہے کہ ٹپہ لگنے کے بعد گیند کو کس مقام پر دوبارہ کیچ کرنا ہے۔ گیند ٹھنڈی ہو یا اس میں ہوا کم ہو تو گیند کی ریسپانس مختلف ہوتی ہے۔ ہوا زیادہ ہو تو ریسپانس مختلف ہوتی ہے۔ یعنی جب روبوٹ مختلف گیندیں استعمال کرتا ہے تو ہر گیند کی ریسپانس الگ الگ ہوتی ہے۔ ایک ہی گیند کو کچھ دیر ڈربل کیا جائے تو گیند گرم ہو جاتی ہے جس سے گیند کی ریسپانس تبدیل ہو جاتی ہے۔ ان تمام پیرامیٹرز کو سمجھتے ہوئے گیند کو درست زاویے اور قوت سے زمین پر مارنا انتہائی مہارت کا کام ہے جسے سیکھنے کے لیے روبوٹ کو بہت وقت لگا۔

اب یہ روبوٹ باسکٹ بال کی شاٹس میں اس قدر مشاق ہو گیا ہے کہ کورٹ کے ایک سرے سے بال دوسرے سرے پر موجود باسکٹ میں پھینک سکتا ہے۔ حال ہی میں اس روبوٹ نے 24.5 میٹر سے باسکٹ کرنے میں کامیابی حاصل کی ہے جو کسی بھی روبوٹ کے لیے ایک نیا ریکارڈ ہے۔ باسکٹ بال کا ورلڈ ریکارڈ 2022 میں جوشیا والکر نے قائم کیا تھا جنہوں نے 34.6 میٹرز کے

فاصلے سے گیند براہ راست باسکٹ میں پھینکا تھا۔ اس روبوٹ کے ڈیزائنرز کا دعویٰ ہے کہ اور اس روبوٹ کی ٹریننگ جاری رکھیں گے اور جلد ہی روبوٹ اس عالمی ریکارڈ کو بھی توڑ دے گا۔

اوریجنل ویڈیو کا لنک:

https://www.facebook.com/watch?v=1560923631295760

کمپیوٹر مباحثے بھی جیتنے لگے

مباحثہ کرنا اپنے علم اور ذہانت کو بڑھانے کا بہترین طریقہ ہے۔ مباحثہ کرنے کے لیے انسان کو نہ صرف بہت سی چیزوں کا علم ہونا ضروری ہے بلکہ منطق اور استدلال کے طریقوں کی گہری بھی درکار ہوتی ہے۔ اسی وجہ سے اچھے مباحثہ کرنے والے لوگوں کو ہر معاشرے میں عزت کی نگاہوں سے دیکھا جاتا ہے اور انہیں غیر معمولی طور پر ذہین سمجھا جاتا ہے۔

نہ صرف عوام میں یہ تصور مقبول ہے بلکہ بہت سے سائنس دان بھی یہ سمجھتے ہیں کہ اچھے مباحثے کرنے کے لیے جس قدر ذہانت کی ضرورت ہے وہ صرف انسانوں میں ہی موجود ہو سکتی ہے، کمپیوٹرز اگرچہ کچھ شعبوں میں انسانوں سے بہتر کام کر سکتے ہیں لیکن مباحثہ کرنا کمپیوٹرز کے بس کی بات نہیں ہے۔

ایلن ٹیورنگ مشہور ریاضی دان اور کمپیوٹر سائنس کے بانیوں میں سے ایک تھے۔ انہوں نے کمپیوٹر کی ذہانت جانچنے کے لیے ایک ٹیسٹ تجویز کیا تھا جسے ٹیورنگ ٹیسٹ کہا جاتا ہے۔ ان کا کہنا تھا کہ اگر کوئی انسان کسی ٹرمنل پر کسی دوسرے 'شخص' سے بات چیت کر رہا ہو تو اسے فوراً علم ہو جائے گا کہ دوسری طرف کوئی کمپیوٹر جواب دے رہا ہے یا انسان۔ چنانچہ اگر کبھی کمپیوٹر انسانوں جیسی ذہانت کے مالک ہو گئے تو ٹرمنل پر بات چیت کرتے ہوئے انسان یہ نہیں بتا پائے گا کہ دوسری طرف انسان ہے یا کمپیوٹر۔ بہت عرصے تک یہ سمجھا جاتا تھا کہ کمپیوٹرز ٹیورنگ ٹیسٹ کو کبھی پاس نہیں کر پائے گا یعنی ایسا کبھی نہیں ہو پائے گا کہ انسان یہ تمیز نہ کر پائے کہ دوسری طرف انسان ہے یا کمپیوٹر۔

ایلن ٹیورنگ کا تجویز کردہ ٹیسٹ کمپیوٹرز نے 2014 میں ہی پاس کر لیا تھا۔ تاہم ماہرین اس بات پر متفق ہیں کہ کمپیوٹرز میں انسان جیسی ذہانت نہیں ہے۔ اس لیے 2014 کے بعد سے ماہرین اس ٹیسٹ کی ڈیفینیشن تبدیل کرتے جا رہے ہیں اور کمپیوٹرز کے لیے یہ ٹیسٹ پاس کرنا بتدریج مشکل ہوتا جا رہا ہے۔ آج کل کمپیوٹرز کے ذہانت کے معیار کو جانچنا مشکل سے مشکل تر ہوتا جا رہا ہے ایسے ٹیسٹ ڈیزائن کرنا بھی مشکل ہوتا جا رہا ہے جو انسان آسانی سے پاس کر سکیں لیکن کمپیوٹرز اسے پاس نہ کر سکیں۔

کسی زمانے میں شطرنج سیکھنا انسانی ذہانت کا بہت بڑا کارنامہ سمجھا جاتا تھا اور یہ سمجھا جاتا تھا کہ کمپیوٹرز کبھی بھی شطرنج میں انسانوں کو نہیں ہرا پائیں گے۔ لیکن اب ایک عام کمپیوٹر پر چلنے والا شطرنج کا پروگرام بھی اچھے خاصے تجربہ کار کھلاڑی کو ہرا سکتا ہے۔ آئی بی ایم کے سپر کمپیوٹرز دنیا کے شطرنج کے چیمپیئنز کو شکست دے چکے ہیں۔ حال ہی میں کمپیوٹرز نے دوسرے ایسے مقابلوں میں بھی بہترین کھلاڑیوں کو شکست دی ہے جن میں کمپیوٹرز کا جیتنا ناممکن سمجھا جاتا تھا۔

تاہم ماہرین اس بات پر متفق نظر آتے تھے کہ کمپیوٹر انسان سے مباحثہ کبھی نہیں جیت پائے گا۔ لیکن اب آئی بی ایم

کمپنی کے ماہرین کی ایک ٹیم نے ایسی مصنوعی ذہانت تیار کی ہے جو بالمشافہ گفتگو اور مباحثوں نیا کے بہترین مباحثہ کرنے والوں کو ہرا سکتی ہے۔ یہ مباحثے کسی ایسے موضوع پر نہیں ہوتے جس پر اس کمپیوٹر کو سالوں ٹرین کیا گیا ہو۔ مباحثوں کے اصول کے مطابق کمپیوٹر اور انسانی ڈیبیٹر کو مقابلے سے صرف پندرہ منٹ پہلے ایک موضوع دیا جاتا ہے جس پر انہیں مباحثہ کرنا ہوتا ہے۔ ان کے پاس اس مباحثے کی تیاری کے لیے صرف پندرہ منٹ ہی ہوتے ہیں۔

اس پروگرام کا نام 'پراجیکٹ ڈیبیٹر' ہے اور یہ پروگرام سپر کمپیوٹر پر چلتا ہے۔ اس کی ان پٹ نیچرل لینگویج یعنی انسانی زبان میں ہوتی ہے اور کمپیوٹر بھی انسانی زبان میں ہی گفتگو کرتا ہے۔ یہ کمپیوٹر پندرہ منٹ میں چالیس کروڑ آن لائن آرٹیکلز میں سے اپنے کام کی انفارمیشن سیلیکٹ کرتا ہے۔

مباحثے کے خاتمے میں ہال میں موجود لوگوں سے رائے لی جاتی ہے کہ مباحثے میں کس کا پلہ بھاری رہا۔ اس کے علاوہ لوگوں سے یہ رائے بھی لی جاتی ہے کہ کس ڈیبیٹر کی باتوں سے انہیں زیادہ سیکھنے کو ملا۔ اس سوال کا جواب زیادہ تر کمپیوٹر کے حق میں ہی ہوتا ہے۔

اوریجنل انفارمیشن کا لنک:

https://www.scientificamerican.com/podcast/episode/ai-can-now-debate-with-humans-and-sometimes-convince-them-too/

مصنوعی ذہانت نے ارتقائی الگورتھم سے اپنا کوڈ بہتر کر لیا

ہمارے وہ دوست جو نظریہ ارتقاء کو درست تسلیم نہیں کرتے، یہ دلیل اکثر دیتے ہیں کہ ڈی این اے ایک کوڈ ہے اور کوڈ میں کسی بھی قسم کی تبدیلی ہمیشہ کوڈ کو خراب کرتی ہے، کبھی کوڈ کو پہلے سے بہتر نہیں کر سکتی۔ لیکن اب مصنوعی ذہانت نے نہ صرف ثابت کر دیا ہے کہ اگر کمپیوٹر کوڈ (پروگرام) میں رینڈم تبدیلیاں کی جائیں اور کوئی ایسا میکانزم موجود ہو جو غلط میوٹیشنز (کوڈ میں ایسی تبدیلیاں جو پروگرام کو ناقص بنا دیں) کو کوڈ بیس (پروگرام) سے نکال دے لیکن درست میوٹیشنز (کوڈ میں ایسی تبدیلیاں جو پروگرام کو بہتر بنا دیں) کو کوڈ بیس میں رکھے، تو کوڈ کی کوالٹی وقت کے ساتھ ساتھ بہتر ہوتی چلی جاتی ہے۔

گوگل کا مصنوعی ذہانت پر مبنی جدید ترین ٹول الفا۔ ایولوو (AlphaEvolve) ہے جو بہت تیزی سے کمپیوٹر پروگرام دے سکتا ہے۔ یہ ٹول ارتقائی الگورتھم استعمال کرتا ہے جسے evolutionary search کہا جاتا ہے۔ اس تکنیک میں پروگرام کے کوڈ میں رینڈم تبدیلیاں کی جاتی ہیں اور پھر ان مختلف تبدیلیوں کے حامل پروگرامز کو مصنوعی ذہانت سے چلایا (یعنی run کیا جاتا) کیا جاتا ہے۔ جو پروگرام 'کریش' کر جائیں یا ان کی آؤٹ پٹ مطلوبہ آؤٹ پٹ سے مختلف ہو انہیں ڈیلیٹ کر دیا جاتا ہے۔ اس کے برعکس جو پروگرام مکمل طور پر ایگزیکیوٹ ہوں اور ان کی آؤٹ پٹ میوٹیشن سے پہلے والے پروگرام سے بہتر ہو ان پروگراموں کو محفوظ (save) کر لیا جاتا ہے۔ اس کے بعد مصنوعی ذہانت سے ان کامیاب پروگراموں میں مزید رینڈم تبدیلیاں کی جاتی ہیں اور انہیں ٹیسٹ کیا جاتا ہے۔ یوں میوٹیشن، ٹیسٹ، سیلکشن کا سائیکل اس وقت تک دہرایا جاتا ہے جب تک کہ اس پروگرام کی پرفارمنس مطلوبہ حد تک نہ پہنچ جائے۔

اس طریقہ کار کا اطلاق matrix multiplication کے الگور پر کیا گیا تا کہ یہ دیکھا جا سکے کہ کیا اس الگورتھم کو بہتر بنایا جا سکتا ہے۔ میٹرکس ریاضی کے اس سٹرکچر کو کہتے ہیں جس میں اعداد کو ایک جدول یعنی ٹیبل کی شکل میں افقی اور عمودی لائنوں کی صورت میں ترتیب دیا جائے۔ مثال کے طور پر

2	0	5	9
0	3	6	3
2	0	8	3
5	2	6	1

ایک میٹرکس ہے جس میں چار افقی اور چار عمودی لائنیں ہیں۔ اسے ہم 4x4 میٹرکس کہتے ہیں۔ مصنوعی ذہانت اور ہزاروں دوسری جدید ایپلیکیشنز میں ڈیٹا کو میٹریسز (میٹرکس کی جمع میٹریسز ہے) کی صورت میں رکھا جاتا ہے اور ایسی میٹریسز کو آپس میں ضرب دے کر جواب معلوم کیا جاتا ہے۔ اس لیے میٹرکس کو آپس میں ضرب دینے کا آپریشن جدید کمپیوٹنگ کا سب

سے زیادہ استعمال ہونے والا فنکشن ہے جسے ہر طرح سے بہتر سے بہتر بنانے کی کوشش کی جاتی رہی ہے۔ ریاضی کے ماہرین لگ دو صدیوں سے میٹرکس کی ریاضی کو بہتر سے بہتر بنانے کی کوشش کرتے رہے ہیں۔

محض 2x2 کی دو میٹریسز کو آپس میں ضرب دینے کے لیے انفرادی ارکان کو آ دفعہ ضرب دیناپڑتی ہے۔1969 میں ایک ریاضی دان نے ایک ایسا کلیہ در کیا جس کی مدد سے 22 x کی دو میٹریسز کو ضرب دینے کے لیے انفرادی ارکان کو آٹھ کے بجائے سات دفعہ ضرب دے کر بھی جواب حاصل کیا جا سکتا ہے۔ یہ لینیئر الجبرا کی دنیا میں ایک انقلابی قدم تھا کیونکہ اس سے ہمیں یہ معلوم ہوا کہ میٹریسز کو ضرب دینے کے لیے brute-force multiplication (یعنی اندھا دھند ضرب دینے) سے بہتر الگورتھم تلاش کیے جاسکتے ہیں۔

اگر ہمارے پاس دو 4x 4 کی میٹریسز ہوں تو انہیں آپس میں ضرب دینے کے لیے انفرادی ارکان کو 64 دفعہ ضرب دینا پڑتی ہے۔ لیکن ریاضی دانوں نے اب تک کا جو بہترین الگورتھم دریافت کیا ہے اس کی رو سے یہ کام ارکان کو 49 دفعہ ضرب دینے سے ہو سکتا ہے۔ گویا ماہرین نے یہ الگورتھم لگ بھگ 23 فیصد تیز کر دیا ہے۔ چونکہ میٹریکس کو ضرب ینے کا آپریشن ہر منٹ میں کھربوں کھرب بار ہو رہا ہوتا ہے (کروڑوں لوگ مصنوعی ذہانت استعمال کر رہے ہیں، مصنوعی ذہانت کو ہر سوال کا جواب تلاش کرنے کے لیے یہ آپریشن ہزاروں بار کرنا پڑتا ہے) اس لیے 23 فیصد بہتر الگورتھم کا مطلب ہزاروں لاکھوں سرورز زیادہ تیزی سے جوابات دے سکتے ہیں۔

چونکہ ریاضی کے سینکڑوں ماہرین میٹریکس کو ضرب ینے کے الگورتھم کو بہتر بنانے کی کوشش کر رہے ہیں اور ابھی تک کوئی ایسا الگورتھم دریافت نہیں ہوا جو 4x 4 کی دو میٹریسز کو ضرب دینے کا کام 49 سے کم دفعہ ضرب دینے سے کر سکے اس لیے ماہرین کا خیال تھا کہ اس سے بہتر الگورتھم دریافت کرنا اب ناممکن ہے۔ لیکن اب مصنوعی ذہانت نے اس ناممکن کام کو بھی ممکن کر دکھایا ہے۔ گوگل کے الفا ایولوو ٹول نے ارتقائی الگورتھمز کے استعمال سے 4x 4 کی دو میٹریسز کو ضرب دینے کے لاکھوں ممکنہ طریقے رینڈملی وضع کیے۔ ان میں سے اکثر تو بالکل ناکارہ تھے جنہیں مصنوعی ذہانت نے فوراً ہی ر کر دیا۔ جو الگورتھم کچھ درست جواب دیتے تھے ان میں رینڈم تبدیلیاں کر کے انہیں دوبارہ ٹیسٹ کیا اور یہ پراسیس بار بار دہرایا گیا۔ اس طرح اس ٹول نے محض رینڈم میوٹیشنز اور سیلیکشن پریشر سے ایک الگورتھم دریافت کیا جو یہ ضرب 48 سٹیپس میں (یعنی انفرادی ارکان کو 48 دفعہ ضرب دینے سے) مکمل کر سکتا ہے۔

اگر اس کامیابی کو محض سطحی طور پر دیکھا جائے تو اس کامیابی سے میٹریسز کو ضرب دینے کا پراسیس دو فیصد مزید بہتر ہو

گیا ہے۔ اس کا فوری مطلب یہ ہے کہ اب گوگل اپنے سرورز سے دو فیصد زیادہ کام لے سکتا ہے اور سرورز سے ہونے والی کمائی میں دو فیصد اضافہ کر سکتا ہے۔ یہ اضافہ ہر سال دو ارب ڈالر سے زیادہ بنتا ہے۔ لیکن اس کے دور رس نتائج انتہائی اہم ہیں۔ اب گوگل (اور دوسری کمپنیاں) ایسے ارتقائی الگورتھمز ہر جگہ استعمال کر رہی ہیں اور اپنی ایفیشینسی میں اضافہ کر رہی ہیں۔ مثال کے طور پر گوگل کے ڈیٹا سینٹرز اب یہ ٹول باقاعدگی سے استعمال کر رہے ہیں اور اس ٹول کی مدد سے گوگل کی AWS سروسز اپنے پچاس لاکھ سے زیادہ سرورز کی utilization بڑھا رہے ہیں۔ ایسا کرنے کے لیے انہوں نے user jobs کو سرورز allocate کرنے والی سوفٹویئر کا کوڈ الفا ایولوو کو دیا اور اسے بہتر بنانے کو کہا۔ الفا ایولوو نے اس کوڈ میں رینڈم تبدیلیاں شروع کیں اور ان تبدیلیوں سے ایلوکیشن کی ایفیشینسی میں کمی یا بیشی نوٹ کی۔ اس طرح رینڈم میوٹیشنز اور چناؤ کے سلیکشن پریشر کی بدولت گوگل کے سرورز کی ایلوکیشن میں 0.7 فیصد بہتری آئی۔ بظاہر یہ بہتری انتہائی معمولی ہے لیکن جب ہم یہ دیکھیں کہ گوگل کے پاس پانچ ملین سے زیادہ سرورز ہیں اور گوگل کی سالانہ آمدنی ایک سو آٹھ ارب ڈالر سے زیادہ ہے، تو معلوم ہوتا ہے کہ اس تبدیلی سے گوگل کی آمدنی میں پچھتر کروڑ ڈالر کا اضافہ ہوا

دلچسپ بات یہ ہے کہ الفا ایولوو یہ ارتقائی الگورتھم خود اپنے کوڈ پر بھی استعمال کر رہا ہے اور اپنے کوڈ کو بہتر سے بہتر کرتا جا رہا ہے۔ ماہرین کا خیال ہے کہ ارتقائی الگورتھمز کی بدولت مصنوعی ذہانت کی قابلیت میں اضافے کی شرح مزید تیز ہو جائے گی۔

یہ حقیقت ان لوگوں کے لیے لمحہ فکریہ ہے جو ارتقاء کے نظریے کا انکار اس پر کرتے ہیں کہ رینڈم میوٹیشن سے جینیاتی کوڈ میں صرف خرابی ہی ممکن ہے، اس سے کوئی بہتری ممکن نہیں ہے۔

ہارڈ ڈرائیو کیسے کام کرتی ہے؟

ایک ایسے ہوائی جہاز کا تصور کیجیے جو زمین سے ایک ملی میٹر اوپر اڑ رہا ہے، زمین کے گرد صرف 25 سیکنڈ میں ایک چکر پورا کرتا ہے اور اس دوران ز پر موجود گھاس کی ہر پتی کو گنتا ہے۔ اب اس تمام سسٹم کو اتنا چھوٹا کر دیجیے کہ یہ آپ کی ہتھیلی میں سما جائے۔ لیجیے آپ کے ہاتھ میں ایک ماڈرن ہارڈ ڈرائیو موجود ہے جس میں ایک لائبریری سے زیادہ معلومات اکٹھا کی جاسکتی ہیں۔ لیکن یہ ہارڈ ڈرائیو اتنی چھوٹی سی جسامت میں اتنی زیادہ معلومات کیسے سٹور کر لیتی ہے؟ آ دیکھتے ہیں۔

ہر ہارڈ ڈرائیو کے اندر تیزی سے گھومتی ہوئی پلیٹوں کا ایک انبار یا stack ہوتا ہے جس کی ہر سطح پر ایک ریکارڈنگ ہیڈ ہوتا ہے جو اس سطح پر حرکت کر سکتا ہے۔ ہر پلیٹ پر مقناطیسی دھات کی باریک تہہ ہوتی ہے جس پر ڈیٹا کو سٹور کیا جاتا ہے۔ اس مقناطیسی دھات کے بہت چھوٹے سے ر پر موجود چھوٹے چھوٹے ذرات کو مقناطیسیت استعمال کر کے اس میں ایک یا صفر کو سٹور کیا جاتا ہے۔ اس رقبے پر موجود تمام ذرات کی مقناطیسیت ایک ہی سمت میں ہوتی ہے یعنی یا تو اس کے تمام ذروں پر ایک سٹور ہوتا ہے یا صفر۔ ڈیٹا کو سٹور کرنے کے لیے bits کو بجلی کے کرنٹ میں تبدیل کیا جاتا ہے جسے ایک برقی مقناطیس کے ذریعے مقناطیسیت میں تبدیل کیا جاتا ہے۔ یہ مقناطیس طاقتور مقناطیسی میدان پیدا کرتا ہے جس سے ذرات اسی مقناطیسی سمت کو اپنا لیتے ہیں۔

اس ڈیٹا کو پڑھنے کے لیے بھی ایک مقناطیس استعمال ہوتا ہے۔ جس طرح ایک فونوگرام کی سوئی گراموفون ریکارڈ کے کھدے ہوئے پیٹرن کو بجلی میں تبدیل کر کے آواز پیدا کرتی ہے اسی طرح یہ مقناطیس ذرات کی مقناطیسیت کے مطابق بجلی کا کرنٹ پیدا کرتا ہے جی کی سمت سے ایک یا صفر کا تعین ہوتا ہے۔ لیکن صرف دو اعداد یعنی ایک اور صفر کے استعمال سے اتنا زیادہ ڈیٹا کیسے سٹور ہو سکتا ہے؟ ایسا اس لیے ممکن ہے کہ کھربوں کی تعدا میں صفر اور ایک سٹور کیے جاسکتے ہیں۔

مثال کے طور پر حروفِ تہجی کے ہر حرف کو ایک byte یا آٹھ bits سے ظاہر کیا جاسکتا ہے۔ ایک عام تصویر کو کئی megabytes میں سٹور کیا جاسکتا ہے۔ ایک میگا بائٹ میں آٹھ ملین bits ہوتے ہیں۔ چونکہ ہر bit کو ڈسک کے کسی مخصوص علاقے میں سٹور کیا جاتا ہے اس لیے ایک بٹ کے علاقے کے رقبے کو کم کر کے ڈسک میں ڈیٹا کی مقدار میں اضافہ کیا جاسکتا ہے یعنی اس ڈیٹا کی کثافت کو بڑھایا جاسکتا ہے۔ ڈسک کی کثافت کو ایک مربع انچ میں bits کی تعداد سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ جدید ہارڈ ڈرائیوز میں ایک مربع انچ میں 600 gigabits سٹور کیے جاسکتے ہیں جو کہ IBM کی 1957 میں بنائی گئی پہلی ہارڈ ڈرائیو سے 30 کروڑ گنا زیادہ ہے۔

ڈیٹا سٹور کرنے کی گنجائش میں اس قدر حیران کن اضافہ صرف ہر چیز کو چھوٹے سے چھوٹا کر دینے سے ممکن نہیں تھا بلکہ اس کے لیے بہت سی نئی ایجادات کی ضرورت تھی۔ ایک نئی تکنیک کی بدولت جسے thin film lithography کہا جاتا ہے انجینیئرز read اور write کے heads کو بہت چھوٹا بنانے میں کامیاب ہو گئے۔ اتنا چھوٹا ہونے کے باوجود ان heads کی حساسیت یعنی sensitivity میں اضافہ ہوا۔ ایسا مقناطیسیت اور مادے کی کوانٹم خصوصیات کی بہتر سمجھ کی بدولت ممکن ہوا۔ ریاضی کے بہتر الگورتھم کی بدولت زیادہ سے زیادہ bits کم سے کم رقبے میں سٹور کیے جانے لگے۔ یہ الگورتھم بے ہنگم مقناطیسی شور یعنی magnetic noise کو فلٹر کر کے bits کی غلطی کو خود بخود درست کر سکتے ہیں۔ مقناطیسی ہیڈ کے نیچے ایک ہیٹر لگا کر اس کے درجہِ حرارت کو مستقل رکھا جاتا ہے تاکہ درجہِ حرارت کی کمی بیشی سے ہیڈ کی جسامت تبدیل نہ ہو جس وجہ سے یہ ہیڈ پلیٹ کی مقناطیسی سطح سے صرف پانچ نینو میٹر اوپر ہوا میں تیرتا ہے (ایک نینو میٹر ایک میٹر کا دس کھربواں حصہ ہوتا ہے۔ پانچ نینو میٹر تقریباً ڈی این اے کی دو لڑیوں کی موٹائی کے برابر ہوتا ہے)

پچھلی کئی دہائیوں سے کمپیوٹر کی قوت اور سٹوریج میں بہت تیزی سے اضافہ ہوا ہے اور یہ اضافہ Moore's law کی پیش گوئی کے عین مطابق ہے۔ Intel کمپنی کے CEO گورڈن موور نے 1975 میں یہ قانون وضع کیا تھا جس کے مطابق کمپیوٹرز کی قوت ہر دو سال میں دگنی ہو جائے گی۔ آج کل سٹوریج کی کثافت مزید بڑھا دی گئی ہے اور اب ایک مربع انچ میں 100 ارب bits سٹور کیے جاتے ہیں۔ اتنی کثیف ریکارڈنگ میں ایک نئے مظہر کا انکشاف ہوا ہے جسے super-paramagnetic effect کہا جاتا ہے۔ جب مقناطیسیت بہت موہوم ہو تو اس میں حرارت کی وجہ سے خلل پڑ سکتا ہے جس وجہ سے سٹور کیے گئے bits تبدیل ہو سکتے ہیں اور ڈیٹا ضائع ہو سکتا ہے۔ سائنس دانوں نے اس مسئلے کا بھی حل ڈھونڈ نکالا ہے۔ انہوں نے ڈیٹا سٹور کرنے کی سمت کو تبدیل کر دیا ہے اور اب لکھنے والے head کی سمت میں ڈیٹا سٹور کرنے کے بجائے اس کی عمودی سمت میں ڈیٹا سٹور کرنا شروع کر دیا ہے جس سے ڈیٹا کی کثافت بڑھ کر دس کھرب bits فی مربع انچ تک پہنچ گئی ہے۔ حال ہی میں اس کثافت میں مزید اضافہ کر دیا گیا جب حرارت کی مدد سے مقناطیسی ریکارڈنگ ایجاد ہوئی۔ یہ تکنیک پہلے سے زیادہ مستحکم ریکارڈنگ میڈیم استعمال کرتی ہے جس پر درجہِ حرارت کی تبدیلی کا اثر کم ہوتا ہے۔ ریکارڈنگ کے وقت مقناطیسی میٹیریل کو لیزر کی مدد سے گرم کر کے اس پر ریکارڈنگ کی جاتی ہے۔ درجہِ حرارت کے بڑھانے سے اس میٹیریل کی مقناطیسی مزاحمت کم ہو جاتی ہے اور ریکارڈنگ قدرے آسان ہو جاتی ہے۔ یہ ٹیکنالوجی ابھی تجرباتی مراحل میں ہے اور اس کا وسیع پیمانے پر استعمال شروع نہیں ہوا۔ لیکن سائنس دانوں نے اس سے زیادہ بہتر ٹیکنالوجی بھی ایجاد کر لی ہے جس میں نینو ٹیکنالوجی کے استعمال سے ہر bit کی پوزیشن نینو سٹرکچرز سے بنائی

جائے گی۔ اس سے سٹوریج کی کثافت میں بیس گنا مزید اضافہ ہو جائے گا۔ چنانچہ یہ کہا جاسکتا ہے کہ ہزاروں انجینیئرز، میٹیریل سائنٹسٹس اور کوانٹم فزکس کے ماہرین نے مل کر ایک ایسی ز ست مشین ایجاد کی ہے جو آپ کے ہاتھ کی ہتھیلی میں رکھی جاسکتی ہے اور انتہائی تیزی سے گھومتے ہوئے کھربوں bits سٹور کر سکتی ہے۔

ویڈیو لنک:

https://www.youtube.com/watch?v=wteUW2sL7bc

سی پی یو کیسے بنتا ہے؟

آپ سیمی کنڈکٹر انڈسٹری کے کلین روم کا حیرت انگیز دورہ کرنے والے ہیں جس میں آپ گلوبل فاؤنڈریز کی چپ بنانے کی ایک فیکٹری میں انٹیگریٹڈ سرکٹ integrated circuit بنتے دیکھیں گے۔ ہمارے ایکسپرٹ آپ کو ایٹم کی ایسی دنیا کی سیر کرائیں گے جو عام طور پر ہماری آنکھوں سے اوجھل رہتی ہے۔

سب سے پہلے ایک سرکٹ ڈایاگرام بنائی جاتی ہے۔ دنیا بھر میں موجود ڈیزائن سنٹرز میں ماہرین پیچیدہ انٹیگریٹڈ سرکٹس مثلاً مائیکروپراسیسرز، گرافکس پراسیسرز، اور سیل فون کے پراسیسرز کے سرکٹ ڈیزائن کرتے ہیں۔ اس سے اگلا مرحلہ انہیں فیکٹری میں بنانے کا یعنی manufacturing کا ہوتا ہے۔

مائیکروچپس بنانے کے لیے کوارٹز (quartz یعنی ریت) سے بنی پتلی پلیٹیں استعمال کی جاتی ہیں جنہیں سلیکون ویفرز wafers کہا جاتا ہے۔ یہ پلیٹیں بنانے کے لیے خالص سیلیکون کو پگھلا کر اس سے ایک لمبی قلم یعنی کرسٹل بنائی جاتی ہے۔ اس قلم میں سلیکون کے ایٹمز کا ایک کامل جال یا lattice بنتا ہے جس سے ٹرانزسٹر بنائے جاتے ہیں۔ سیلیکون کی ان کامل کرسٹلز میں اگر کچھ آلودگی ہو تو یہ کرسٹلز کو خراب کر سکتی ہیں۔ آلودگی سے بچانے کے لیے گلوبل فاؤنڈریز کے کارکن فیکٹری میں داخل ہونے سے پہلے بہت سی احتیاطی تدابیر اختیار کرتے ہیں تاکہ صاف کمرے جنہیں clean rooms کہا جاتا ہے گرد و غبار سے پاک رہیں۔ اس کے نتیجے میں ان ویفرز کی پراسیسنگ ایسے ماحول میں ہوتی ہے جو کسی بھی آپریشن تھیٹر سے ایک لاکھ گنا زیادہ صاف ہوتا ہے۔ اس گرد و غبار سے پاک کلین روم میں سیلیکون کی پلیٹیں یعنی ویفرز داخل ہوتی ہیں۔ یہاں ہر ایک بند ڈبے میں 25 سیلیکون ویفرز ڈالے جاتے ہیں اور انہیں ایک ایسے سفر پر بھیجا جاتا ہے جس میں وہ سینکڑوں مراحل سے گذریں گے۔ فوٹو لیتھوگرافی کے استعمال سے سرکٹ ڈایاگرام اس ویفرز پر یوں منتقل کی جاتی ہیں جیسے سلائیڈ پروجیکٹر سے پردے فلم دکھائی جاتی ہے۔ اس کام کے لیے روشنی کو کنٹرول کرنے کی ٹیکنالوجی پر مکمل عبور حاصل کرنا ضروری ہے۔

سب سے پہلے سیلیکون کی پلیٹ پر ایسا کیمیکل لگایا جاتا ہے جس کی خاصیت روشنی پڑنے پر تبدیل ہو جاتی ہے۔ ایک ماسک یا سٹینسل پر سرکٹ ڈایاگرام بنا کر اس پر الٹراوائلٹ روشنی ڈالی جاتی ہے جس سے سرکٹ ڈایاگرام سیلیکون ویفر پر منتقل ہو جاتی ہے۔ ویفر پر بنی سرکٹ ڈایاگرام کی وجہ سے ویفر کا وہ حصہ روشنی سے محروم رہتا ہے جو سرکٹ ڈایاگرام کے نیچے ہو جبکہ باقی کے حصے پر لگا کیمیکل روشنی پڑنے کی وجہ سے تبدیل ہو جاتا ہے اور مناسب محلول میں گھل جانے کے قابل ہو جاتا ہے۔ اس تبدیل شدہ کیمیکل کو ایک کیمیائی عمل کے ذر ہٹا دیا جاتا ہے۔ اب باقی ماندہ سرکٹ ڈایاگرام کو سانچے کے طور پر استعمال کیا جا سکتا ہے۔

ویفر کی سطح کے وہ حصے جن پر سرکٹ ڈایاگرام کی شبیہہ نہیں ہے انہیں تیزابی مادے سے ہٹالیا جاتا ہے۔اس طرح ہر ویفر پر اربوں ٹرانزسٹرز بن جاتے ہیں جن میں سے ہر ایک سوئچ کی طرح کرنٹ کو کنٹرول کر سکتا ہے۔

فوٹو لیتھوگرافی کے بعد ویفرز ion implantation کی طرف جاتے ہیں جہاں پر ٹرانزسٹرز کی برقی خاصیتیں وضع کی جاتی ہیں۔ یہاں پر انجینئر سیلیکون کی سب سے اہم خصوصیت کو استعمال کرتے ہیں۔ سیلیکون ایک نیم موصل یعنی semicon-ductor ہے۔ اس کی کرنٹ گذارنے کی صلاحیت کو ایک مخصوص آ دگی کو استعمال کرکے بدلا جا سکتا ہے۔ اس عمل کو ڈوپنگ doping کہا جاتا ہے۔ڈوپنگ کے لیے پہلے آلودگی کے ایٹمز کو سیلیکون میں داخل کیا جاتا ہے۔ یہ ایٹم سیلیکون ایٹمز کے جال میں بے ہنگم طور پر پھیل جاتے ہیں۔ بہت زیادہ درجہِ حرارت پر ڈوپنگ والے ایٹم سیلیکون کے اندر مستقل پوزیشنز سنبھال لیتے ہیں۔

سیلیکون کی چپس بنانے کا عمل بہت پیچیدہ ہوتا ہے اور اس کے لیے دو فٹ بال کے میدانوں سے بھی بڑے کلین روم کی ضرورت ہوتی ہے۔ اگرچہ ٹیکنیشینز اس پیچیدہ عمل کے ہر پہلو پر نظر رکھتے ہیں لیکن چپ بنانے کا تمام کا تمام عمل خودکار ہوتا ہے اور ہوابند پروڈکشن لائنز میں عمل پذیر ہوتا ہے۔

اس سے اگلا مرحلہ تانبے کی دھات پر مشتمل ہوتا ہے۔ تانبے کی انتہائی باریک تاریں اربوں ٹرانزسٹرز کو آپس میں ملاتی ہیں اور یوں انٹیگریٹڈ سرکٹ بنتا ہے۔ لیکن ایسا کرنے سے پہلے ویفر کو صاف کرنا ضروری ہے کیونکہ چپ بنانے کے عمل کے دوران ویفر پر بہت سے ذرات اکٹھے ہو جاتے ہیں۔ ویفر پر تانبے کی تاریں لگانے سے پہلے ویفر پر ایک ایسی تہہ بچھائی جاتی ہے جو تانبے کو سلیکیون کی ان جگہوں پر جانے سے روک سکے جہاں تار کی ضرورت نہیں ہے ورنہ ہر جگہ تانے کی موجودگی سے ٹرانزسٹرز میں شارٹ سرکٹ پیدا ہو جائیں گے۔ اس کے بعد تانبے کی تہہ جمائی جاتی ہے۔ اس کے بعد ویفر کو رگڑ کر زا کو ہٹا دیا جاتا ہے تاکہ تاریں زا تانبے کی موجودگی کی وجہ سے شارٹ نہ ہو جائیں۔

گلوبل فاؤنڈریز دنیا کی پہلی کمپنی ہے جس نے تانبے کی تاروں پر مشتمل مائکروچپ بنائی۔ تانبے کی تاروں پر مشتمل چپس آج جدید ترین ملٹی پراسیسرز کی بنیاد ہیں اور گلوبل فاؤنڈریز اب یہ ٹیکنالوجی ہر چپ میں استعمال کرتی ہے۔

گلوبل فاؤنڈریز کا شمار دنیا کے بہترین چپ بنانے والوں میں ہوتا ہے۔ الیکٹران مائیکروسکوپس چپ بنانے کے پراسیس کے ہر پہلو پر نظر رکھتی ہیں یہاں تک کہ ہر انفرادی ٹرانزسٹر کے ایٹمی سٹرکچر پر بھی نظر رکھی جاتی ہے۔ ویفر سے سرکٹ بنانے کا عمل دو ماہ میں مکمل ہوتا ہے۔ بہت پیچیدہ انٹیگریٹڈ سرکٹس میں تاروں کی کل لمبائی کئی کلومیٹر تک بھی ہو سکتی ہے۔ یہ تاریں کئی تہوں میں ہوتی ہیں اور سو ارب ٹرانزسٹرز کو آپس میں ملاتی ہیں لیکن یہ سب کچھ ایک اتنی چھوٹی چپ میں ہوتا ہے جو انسانی ناخن کی

جسامت کی ہوتی ہے۔

کمپیوٹر چپس بنانے کا آخری مرحلہ وہ ہوتا ہے جس میں چپ کو پلاسٹک یا سرا بند کیا جاتا ہے جسے پیکیجنگ pack-aging کہا جاتا ہے۔ اس عمل سے پہلے ویفر پر قلعی کی تہہ چڑھائی جاتی ہے جس کی بدولت چپ کو ایک فریم پر جمایا جاتا ہے۔ ایک بہت باریک آری سے انفرادی چپس کو ویفر سے کاٹ کر الگ کیا جاتا ہے۔ اس چپ کو الٹا کر فریم کے ساتھ جوڑا جاتا ہے۔ اسے flip-chip technology کہا جاتا ہے۔ اب اس چپ پر ایک ڈھکن لگا کر ا سیل کر دیا جاتا ہے۔

کوانٹم کمپیوٹر

انسانی تاریخ کے بیشتر حصے میں ہماری ٹیکنالوجی ہمارے دماغ، آگ اور نوکدار چھڑیوں یا نیزوں پر ہی مشتمل رہی ہے۔
آگ اور نوکدار چھڑیاں ترقی کرتے کرتے آج کے پاور پلانٹ اور ایٹمی ہتھیار بن چکی ہیں لیکن سب سے زیادہ ترقی ا نی دماغ کے نعم البدل میں ہوئی ہے۔1960 سے کمپیوٹرز کی ٹیکنالوجی میں انتہائی تیز رفتاری سے ترقی ہو رہی ہے جس وجہ سے کمپیوٹرز کی جسامت تو کم سے کم ہوتی جارہی ہے لیکن ان کی قوت میں مسلسل اضافہ ہو رہاہے۔ یہ عمل ہمیشہ کے لیے جاری نہیں رہ سکتا اور اپنی طبعی حدود تک پہنچنے والا ہے، جس کے بعد کمپیوٹر چپس (chips) کی جسامت میں مزید کمی ممکن نہیں ہو گی۔ کمپیوٹر چپس کے ٹرانسٹرز کی جسامت اب ایٹم کے سائز کے برابر پہنچنے والی ہے جس کے بعد ٹرانسٹرز کو مزید چھوٹا کرنا ناممکن ہو جائے گا۔

ٹرانسٹر کی یہ جسامت ایک مسئلہ کیوں بنتی جارہی ہے یہ سمجھنے کے لیے ہمیں کچھ بنیادی تصورات کو سمجھنا ہو گا۔ کمپیوٹرز کے بنیادی پرزے ا ئی سادہ ہوتے ہیں جو بہت سیدھے سادے کام کرتے ہیں۔ ان کاموں میں ڈیٹا کو ڈیجیٹل فارم میں رکھنا، اسے پراسیس کرنا اور اس پراسیسنگ کو کنٹرول کرنا شامل ہے۔ کمپیوٹر چپس میں چھوٹے چھوٹے سسٹم ہوتے ہیں جو ٹرانسٹر سے بنے ہوئے لاجک گیٹس پر مشتمل ہوتے ہیں۔ ٹرانسٹر کو ایک سادہ ترین ڈیٹا پروسیسر سمجھ لیجیے۔ بنیادی طور پر ٹرانسٹر ایک سوئچ ہے جو انفارمیشن کو یا تو روک لیتا ہے یا گذرنے دیتا ہے۔ یہ انفارمیشن bits پر مشتمل ہوتی ہے یہ بٹس یا صفر ہوتے ہیں یا ایک۔ ایک سے زیادہ بٹس کو ملا کر ذرا پیچیدہ انفارمیشن کو بھی پیش کیا جا سکتا ہے۔ اسی طرح بہت سے بٹس کو ملا کر انتہائی پیچیدہ انفارمیشن کو بھی پیش کیا جا سکتا ہے۔

بہت سے ٹرانسٹرز کو ملا کر لوجک گیٹس (logic gates) بنائے جاسکتے ہیں جو اگرچہ ایک ٹرانسٹر سے زیادہ پیچیدہ ہیں پھر بھی یہ سیدھے سادے کام ہی کر سکتے ہیں۔ مثال کے طور پر ایک AND گیٹ کی آوٹ پٹ ایک ہوتی ہے اگر اس کی تمام ان پٹس بھی ایک ہوں۔ اگر ان پٹ میں ایک بھی صفر ہو تو اس کی آوٹ پٹ صفر ہوتی ہے۔ لاجک گیٹس کو آپس میں ملا کر مزید پیچیدہ ماڈیولز بناسکتے ہیں جو مثال کے طور پر دو نمبرز کو جمع کر سکیں۔ اگر آپ لاجک گیٹس سے جمع کرنے کا سرکٹ بنا سکتے ہیں تو اسی طرح آپ نمبرز کو ضرب بھی دے سکتے ہیں۔ اور اگر آپ ضرب دے سکتے ہیں تو آپ ہر قسم کی کیلکولیشنز کر سکتے ہیں کیونکہ کمپیوٹر کے اندر تمام بنیادی آپریشنز پہلی جماعت کی ریاضی سے زیادہ آسان ہوتے ہیں۔ آپ اسے اس طرح سے بھی تصور کر سکتے ہیں کہ کمپیوٹر میں بہت سے سات سال کے بچے ریاضی کے بنیادی سوالات حل کر رہے ہیں۔ ایسے بہت سے بچے مل کر ایسٹروفزکس کے بہت پیچیدہ سوالات بھی حل کر سکتے ہیں۔

لیکن جیسے جیسے کمپیوٹر کے پرزے چھوٹے سے چھوٹے ہوتے جا رہے ہیں ویسے ویسے کوانٹم ایفیکٹس کی وجہ سے یہ پرزے بنانا مشکل سے مشکل تر ہوتا جا رہا ہے۔

مختصراً ٹرانزسٹر صرف ایک الیکٹرک سوئچ ہے۔ بجلی الیکٹرانز کی حرکت سے پیدا ہوتی ہے۔ چنانچہ ٹرانزسٹر سے بنا ہوا سوئچ الیکٹرانز کو بہنے سے روک سکتا ہے یا انہیں بہنے دیتا ہے۔ آج کل ٹرانزسٹرز کا سائز 14 نینو میٹر ہے جو کہ HIV وائرس کے قطر سے آٹھ گنا کم ہے اور خون کے سرخ خلیے کے قطر سے 500 گنا کم ہے۔ ٹرانزسٹر کو موجودہ جسامت سے بھی کم کرنے کی کوشش میں ٹرانزسٹرز محض چند ایٹمز پر ہی مشتمل رہ جائیں گے۔ ایسی صورت میں الیکٹرانز کوانٹم ایفیکٹس کی وجہ سے بند سوئچ کو بھی آسانی سے پار کرنے لگیں گے۔ اس مظہر کو quantum tunneling کہا جاتا ہے۔ یاد رہے کوانٹم لیول پر فزکس کے اصول عام زندگی میں مشاہدہ کیے جانے والے اصولوں سے مختلف ہوتے ہیں۔ چنانچہ اتنے چھوٹے ٹرانزسٹرز سے بنے کمپیوٹرز کام کرنا چھوڑ دیتے ہیں۔ گویا ہم ٹیکنالوجی کی ترقی کی راہ میں ایک بہت بڑی رکاوٹ تک پہنچنے والے ہیں۔

اس مسئلے کو حل کرنے کے لیے سائنس دان کوانٹم ایفیکٹس کو رکاوٹ بنانے کے بجائے ان کا فائدہ اٹھانے کی کوشش کر رہے ہیں اور انہیں استعمال کر کے کوانٹم کمپیوٹر بنانے کی کوشش کر رہے ہیں۔ عام کمپیوٹرز میں bits انفارمیشن کا کم سے کم یونٹ ہوتے ہیں جبکہ کوانٹم کمپیوٹرز میں کیوبٹس (Qubits) استعمال ہوتے ہیں جو عام بٹس کی طرح ایک یا صفر ہو سکتے ہیں۔ کوئی بھی کوانٹم سسٹم جس کے دو لیول ہوں، کیوبٹ کے طور پر استعمال ہو سکتا ہے۔ مثال کے طور پر بنیادی ذرات کی سپن، ان کا مقناطیسی فیلڈ یا فوٹان کی افقی یا عمودی پولارائزیشن کو صفر یا ایک ظاہر کرنے کے لیے استعمال کیا جا سکتا ہے۔ کوانٹم سسٹم میں ضروری نہیں کہ کوانٹم بٹ کی سٹیٹ ایک یا صفر ہی ہو۔ یہ ایک مجموعی سٹیٹ میں ہو سکتا ہے جو صفر اور ایک کی سٹیٹ کا مجموعہ ہو جس میں ایک اور صفر کسی خاص تناسب سے موجود ہوں۔ اس مظہر کو سپرپوزیشن کہا جاتا ہے۔ لیکن جونہی آپ اس فوٹان کی پوزیشن جانچنے کے لیے اسے کسی فلٹر سے گذاریں تو فوٹان کی صرف ایک ہی پولارائزیشن باقی رہ جاتی ہے۔ چنانچہ جب تک اس فوٹان کا مشاہدہ نہ کیا جائے یہ ایک اور صفر کی سٹیٹ کی سپرپوزیشن میں رہتا ہے اور آپ اس کی حتمی سٹیٹ کی پیش گوئی نہیں کر سکتے۔ لیکن جونہی آپ اس کی سٹیٹ کی پیمائش کریں تو اس کی سپرپوزیشن منہدم ہو جاتی ہے اور یہ دونوں میں سے ایک حتمی سٹیٹ اختیار کر لیتا ہے۔ سپرپوزیشن کا یہ مظہر کوانٹم کمپیوٹرز میں بہت مہارت کے ساتھ استعمال کیا جاتا ہے۔ اگر ہم عام کمپیوٹرز کے چار بٹس کو اکٹھا دیکھیں تو ان کی کل ممکنہ سٹیٹس 2^4 یعنی 2×2×2×2 یا 16 ہوں گی۔ یہ چار بٹ ایک وقت میں ان 16 ممکنہ مجموعی سٹیٹس میں سے صرف ایک سٹیٹ ہی رکھ سکتے ہیں۔ اس کے برعکس چار کیوبٹس کے مجموعے میں یہ 16 کی 16 سٹیٹس بیک وقت سپرپوزیشن میں ہو سکتی ہیں۔ ہر

اضافی کیوبٹ سے ممکنہ سٹیٹس کی سپرپوزیشن دگنا ہو جاتی ہے۔ نچہ بیس کیوبٹس کا مجموعہ دس لاکھ سٹیٹس کو بیک وقت سپرپوزیشن کی صورت میں رکھ سکتا ہے۔

کیوبٹس کی ایک اور حیرت انگیز خصوصیت اینٹینگلمنٹ کا مظہر ہے۔اس مظہر میں دو کیوبٹس ایک مجموعی سٹیٹ کے حامل ہوتے ہیں خواہ وہ ایک دوسرے سے کتنی ہی دور کیوں نہ ہوں۔ اس کا مطلب یہ ہے کہ آپ دو اینٹینگلڈ کیوبٹس میں سے صرف ایک کی پیمائش کرکے، بغیر دوسرے کیوبٹ کا مشاہدہ کیے، اس دوسرے کی خصوصیات بھی معلوم کر سکتے ہیں خواہ دوسرا کیوبٹ آپ سے کتنا ہی دور ہو۔ اسی طرح کیوبٹ کا کنٹرول بھی کوانٹم فزکس کا ایک حیرت انگیز مظہر ہے۔ ایک عام لوجک گیٹ اپنی inputs کے حساب سے آؤٹ پٹ کا تعین کرتا ہے۔ اس کے برعکس ایک کوانٹم گیٹ کی ان پٹ کیوبٹس کی سپرپوزیشن کی صورت میں ہوتی ہے اور یہ گیٹ ان سٹیٹس کی probability کو تبدیل کر دیتا ہے۔ چنانچہ اس کی آؤٹ پٹ ایک نئی سپرپوزیشن ہوتی ہے۔ گویا ایک کوانٹم کمپیوٹر کچھ کیوبٹس کو تشکیل دیتا ہے، انہیں اینٹینگل کرنے کے لیے کوانٹم گیٹس استعمال کرتا ہے اور یوں آؤٹ پٹ کی سٹیٹس کی probabilities کو تبدیل کر دیتا ہے۔ اس کے بعد ان کی آؤٹ پٹ کی پیمائش کرتا ہے جس کی وجہ سے آؤٹ پٹ کی سپرپوزیشن ختم ہو جاتی ہے اور جواب ایک یا صفر کے ایک متواتر سلسلے کی صورت میں حاصل ہوتا ہے۔ اس کا نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ آپ کے سیٹ اپ میں تمام کی تمام ممکنہ کیلکولیشنز بیک وقت چل رہی ہوتی ہیں۔ ان تمام نتائج میں سے آپ ایک وقت میں صرف ایک نتیجے کی ہی پیمائش کر سکتے ہیں لیکن اگر آپ کا سیٹ اپ درست ہے تو آپ کو غالباً وہی نتیجہ ملے گا جس نتیجے کی آپ کو تلاش تھی۔ آپ چاہیں تو یہ کیلکولیشن بار بار دہرا سکتے ہیں تا کہ آپ کو یہ اعتماد ہو کہ آپ درست جواب ہی حاصل کر رہے ہیں۔

سپرپوزیشن اور اینٹینگلمنٹ کے مظاہر کے ماہرانہ استعمال سے ہم کوانٹم کمپیوٹرز کو عام کمپیوٹرز سے کئی گنا زیادہ تیز کیلکولیشنز کے لیے استعمال کر سکتے ہیں۔ اگرچہ کوانٹم کمپیوٹرز عام پرسنل کمپیوٹرز کا نعم البدل نہیں ہوں گے لیکن کچھ پرابلمز کو حل کرنے کے لیے کوانٹم کمپیوٹرز عام کمپیوٹرز کی نسبت کہیں زیادہ بہتر ہیں۔ ان میں سے ایک پرابلم ڈیٹابیس میں سرچ کرنا ہے۔ ایک عام کمپیوٹر کو ایک بڑے ڈیٹابیس میں سرچ کرنے کے لیے اس میں درج شدہ تمام معلومات کو انفرادی طور پر پرکھنا پڑتا ہے۔ کوانٹم کمپیوٹرز یہی کام بہت کم وقت میں کر سکتے ہیں۔ یہ فرق بہت بڑے ڈیٹا بیسز میں سرچ کرنے کے لیے زمین آسماں کے فرق کے برابر ہو جاتا ہے۔ لیکن کوانٹم کمپیوٹرز کا سب سے زیادہ استعمال آئی ٹی سیکیوریٹی میں ہوتا ہے۔ آج کل آپ کے براؤزر، ای میل اور بینک کا ڈیٹا اینکرپشن کے ذریعے محفوظ کیا جاتا ہے جس میں آپ ہر ایک کو ایک پبلک کی (public key) دیتے ہیں جس سے وہ اپنے پیغامات کو اینکوڈ کرتے ہیں لیکن ان کو ڈی کوڈ صرف آپ اپنی پرائیویٹ کی (Key) کو استعمال کر کے ہی کر سکتے ہیں۔ مسئلہ یہ

ہے کہ اصولاً اس ’پبلک کی‘ سے آپ کی ’پرائیویٹ کی‘ بھی کیلکولیٹ کی جا سکتی ہے۔ اگرچہ ایسا کرنا ناممکن نہیں لیکن بے انتہا مشکل ضرور ہے۔ ایک عام کمپیوٹر پر آپ کی پرائیویٹ کی کو کیلکولیٹ کرنے کے لیے سالوں کی کیلکولیشنز درکار ہوں گی۔ لیکن کوانٹم کمپیوٹرز یہ کام منٹوں میں کر سکتے ہیں۔ اس کے ساتھ ساتھ کوانٹم کمپیوٹرز اینٹینگلمنٹ کی وجہ سے ایسی اینکرپشن کر سکتے ہیں جسے توڑنا ناممکن ہے۔

کوانٹم کمپیوٹرز کا ایک اور استعمال سیمولیشن میں ہے۔ کوانٹم مظاہر کی کیلکولیشنز بے انتہا مشکل ہیں اور عام کمپیوٹر پر انہیں حل کرنا بہت صبر طلب کام ہے۔ اگر بڑے سٹرکچرز مثلاً پیچیدہ مالیکیولز کے لیے یہ کیلکولیشنز کرنا ہوں تو درست یعنی accurate جواب ملنا مشکل ہوتا ہے۔ اس کا ایک علاج یہ ہے کہ کوانٹم مظاہر کو کوانٹم کمپیوٹرز پر ہی سیمولیٹ کیا جائے۔ اس طرح کی سیمولیشنز ہمیں پروٹینز کی فولڈنگ کے بارے میں نئی معلومات فرا سکتی ہیں جس سے نئی دواؤں کو ڈیزائن کرنے میں انقلابی تبدیلیاں رونما ہوں گی۔ فی الحال ہمیں یہ علم نہیں ہے کہ کوانٹم کمپیوٹرز صرف چند مخصوص پرابلمز کے لیے استعمال ہوں گے یا یہ تمام مسائل کو حل کرنے کے لیے ایک انقلابی قدم ثابت ہوں گے۔ ہمیں یہ علم نہیں ہے کہ اس ٹیکنالوجی کی کیا حدود یعنی limitations ہیں۔ البتہ یہ دریافت کرنے کا صرف ایک طریقہ ہے اور وہ یہ کہ ہم یہ کمپیوٹرز زیادہ سے زیادہ استعمال کریں۔

ویڈیو لنک:

https://www.youtube.com/watch?v=JhHMJCUmq28

سٹیفن ہاکنگ کا کمپیوٹر

جدید فزکس کے تناظر میں سٹیفن ہاکنگ کا نام کسی تعارف کا محتاج نہیں ہے۔ فزکس میں ان کی خدمات کے معترف تو تمام ہی فزسسٹ ہیں۔ لیکن عوام میں ان کی مقبولیت کا بڑا سبب یہ ہے کہ اگرچہ ایک جینیاتی بیماری کی وجہ سے ان کا تمام جسم مفلوج تھا لیکن پھر بھی وہ فزکس کے صف اول کے سائنس دان تھے، سینکڑوں سائنسی پیپرز کے مصنف تھے اور فزکس کی کم و بیش ہر بڑی کانفرنس میں شریک ہوتے تھے۔ عمر کے آخری عشرے میں ہاکنگ تقریباً تمام مشہور ٹی وی پروگرامز میں شرکت کر چکے تھے، کئی ٹی وی ڈاکیومنٹریز بنا چکے تھے، اور سائنس کو مقبول بنانے کے لیے کئی کتابیں لکھ چکے تھے۔ ان کی کتاب A brief history of time جدید فزکس کے نظریات پر دنیا کی مقبول ترین کتابوں میں شمار ہوتی ہے۔

ہاکنگ کا ایک ٹریڈمارک وہ کمپیوٹر بھی ہے جو ان کی وہیل چیئر پر نصب تھا اور جس کی وساطت سے وہ لوگوں سے گفتگو کرتے تھے۔ ہمارے ہاں اس کمپیوٹر سے متعلق بہت سے بے سروپا قصے بھی مشہور ہیں اور اس سے متعلق کئی سازشی نظریات قائم کیے جا چکے ہیں۔ اکثر لوگوں کو یہ وہم ہے کہ یہ کمپیوٹر سٹیفن ہاکنگ کے خیالات کو پڑھ لیتا تھا حالانکہ یہ تصور درست نہیں ہے۔

سٹیفن ہاکنگ کو ALS کا مرض تھا جس میں موٹر نیورونز (یعنی وہ نیورونز جو ہمارے مسلز کو کنٹرول کرتے ہیں) ناکارہ ہو جاتے ہیں اور ان ناکارہ نیورونز کی و سے مسلز تک دماغ کے احکامات نہیں پہنچ پاتے اور مسلز اپنا کام کرنا چھوڑ دیتے ہیں۔ اس بیماری کی وجہ سے سٹیفن ہاکنگ حرکت نہیں کر سکتے تھے، ٹائپ نہیں کر سکتے تھے، اور بول نہیں سکتے تھے۔ لیکن خوش قسمتی سے ان کے پاس آنکھوں کا کنٹرول تھا اور چہرے پر گال کے کچھ مسلز پر بھی کنٹرول حاصل تھا۔ چنانچہ Intel کمپنی کے سی ای او (جو کہ خود بھی سائنس کے شیدائی تھے اور سٹیفن ہاکنگ سے بے حد متاثر تھے) نے اپنی کمپنی کے انجینیئرز کو سٹیفن ہاکنگ کے لیے ایک خصوصی کمپیوٹر بنانے کی ہدایت دی جس کے cursor کو گال کی حرکات سے کنٹرول کیا جا سکے (جس طرح ہم ماؤس سے کرسر کو کنٹرول کرتے ہیں)۔ ایسا کرنے کے لیے سٹیفن ہاکنگ کی عینک کے فریم پر ایک ایسا سینسر لگایا گیا جو ہاکنگ کے گال کو چھوتا تھا اور گال کی حرکات کو ڈیٹیکٹ کر سکتا تھا۔ اس سینسر کو کمپیوٹر کے ساتھ کنیکٹ کیا گیا جس میں ایک خصوصی سافٹ ویئر انسٹال کی گئی تھی

جو اس سینسر کے سگنل کو ماؤس کے سگنل کی طرح پڑھ سکتی تھی۔ چنانچہ اس خصوصی سافٹ و کی مدد سے ہاکنگ سکرین پر کرسر کو کنٹرول کر کے انگریزی کے حروف اور الفاظ پر کلک کر کے اپنے جوابات لکھ سکتے تھے۔ یہ ایسا ہی ہے جیسے کوئی شخص محض ایک انگلی سے ٹائپ کرے۔ اس طرح ٹائپ کرنا بے حد سست رفتار ہے لیکن اس کمپیوٹر میں مصنوعی ذہانت پر مبنی پروگرام بھی انسٹال کیا گیا تھا جو ہاکنگ کی ٹائپنگ سے یہ سیکھتا تھا کہ ہاکنگ کس موقع پر کونسے الفاظ زیادہ استعمال کرتے ہیں۔ یہ پروگرام ان ممکنہ الفاظ کی فہرست سکرین پر فراہم کرتا تھا جن میں سے ہاکنگ بہترین لفظ چن لیتے تھے۔ مشق کے ساتھ رفتہ رفتہ ہاکنگ کی ٹائپنگ سپیڈ بہتر سے بہتر ہوتی گئی اور وہ کسی بھی سوال کا جواب چند منٹ میں ٹائپ کرنے کے قابل ہو گئے۔

بالمشافہ گفتگو کے لیے ان کے ٹائپ کردہ جوابات کو ایک سپیچ سینتھیسائزر کو بھیجا جاتا تھا جو اس عبارت کو آواز میں منتقل کرتا اور کمپیوٹر کے سپیکر سے یہ آواز پلے کرتا۔ اس طرح ہاکنگ نہ صرف سائنسی پیپرز اور کتابیں لکھ پاتے تھے بلکہ کانفرنسوں اور ٹی وی انٹرویوز میں سوالات کے جواب بھی برو دے پاتے تھے۔ جس طرح وقت گذرنے کے ساتھ ساتھ ہاکنگ کی ٹائپنگ سپیڈ بہتر ہوتی گئی وہیں انٹل کمپنی کے انجینیرز کے لیے یہ کمپیوٹر مصنوعی ذہانت کو بہتر بنانے کا ایک بہترین پلیٹ فارم بھی ثابت ہوا۔ یہ ٹیم اس کمپیوٹر کی پرفارمنس کو ہر وقت مانیٹر کرتی رہی اور مصنوعی ذہانت کے الگورتھمز کو بہتر سے بہتر بناتی گئی جس سے ہاکنگ کی ٹائپنگ کی رفتار وقت کے ساتھ مزید بہتر ہونے لگی۔

اب سٹیفن ہاکنگ تو اس دنیا میں نہیں ہیں لیکن ان کے اس کمپیوٹر کی وجہ سے انٹل کمپنی کے انجینیرز نے مصنوعی ذہانت کو بہتر بنانے کے جو طریقے سیکھے اس کی مدد سے اس کمپیوٹر کو نہ صرف مزید بہتر بنایا جا رہا ہے بلکہ انٹل اب اس ہارڈویئر اور سافٹ ویئر پلیٹ فارم کو پبلک ڈومین میں شائع کر رہی ہے۔ پبلک ڈومین میں شائع کرنے کا مطلب یہ ہے کہ اگر کوئی شخص یا کمپنی معذور افراد کے لیے بہتر کمپیوٹرز بنانے کے لیے انٹل کے کمپیوٹر یا ہارڈویئر یا سافٹ ویئر استعمال کرنا چاہے تو اسے ایسا کرنے کے لیے انٹل سے قانونی اجازت لینے کی ضرورت نہیں رہے گی۔ اس قدم کا مقصد یہ ہے کہ مختلف قسم کی جسمانی یا ذہنی معذوری کے حامل افراد کے لیے کمپیوٹرز کو سپیشلائز کیا جا سکے اور کمپیوٹر کی مصنوعی ذہانت ہر معذور فرد کی خصوصی پرابلمز کو سمجھ سکے تاکہ اس شخص کے لیے کمپیوٹر کو کنٹرول کرنا آسان بنا سکے۔ اس کمپیوٹر کو صرف ٹائپنگ اور ورڈ پراسیسنگ کے لیے ہی استعمال نہیں کیا جائے گا بلکہ اس سے معذور افراد کی وہیل چیئر بھی چلائی جا سکے گی۔ معذور افراد کے لیے خصوصی ہارڈویئر بھی ڈیزائن کی جار ہے جسے ex-oskeleton کہا جاتا ہے۔ جن افراد کی ٹانگیں کام نہیں کرتیں ان کی ٹانگوں پر یہ exoskeleton چڑھایا جائے گا جس میں کئی موٹریں لگی ہوں گی جو اس کمپیوٹر سے کنٹرول ہوں گی۔ ان موٹروں کے مصنوعی ذہانت پر مبنی کنٹرول سے یہ exoskeleton ان

افراد کو پیدل چلنے میں مدد دے گا۔

اسی طرح گونگے افراد اس کمپیوٹر کو بول چال کے لیے استعمال کر سکیں گے۔ نابینا افراد ایک خصوصی عینک استعمال کریں گے جس پر دو کیمرے لگے ہوں گے جن کا سگنل اس کمپیوٹر کو فیڈ کیا جائے گا۔ گویا اس کی مدد سے نابینا افراد بغیر کسی کی مدد کے چل پھر سکیں گے۔ بہرے افراد کے لیے یہ کمپیوٹر دوسرے لوگوں کی آوازوں کو سمجھ کر انہیں ٹیکسٹ کی صورت میں سکرین پر پیش کرے گا۔ چونکہ یہ پروگرام مصنوعی ذہانت پر مشتمل ہے اس لیے یہ کمپیوٹر اپنے ماحول سے سیکھے گا اور ہر کمپیوٹر اپنے 'مالک' کے لیے اس قدر سپیشلائزڈ ہو جائے گا کہ رفتہ رفتہ یہ کمپیوٹر اس شخص کی شخصیت کا ہی عکاس بن جائے گا۔

مستقبل میں اس کمپیوٹر کو براہِ راست اس شخص کے دماغ کے ساتھ منسلک کر دیا جائے گا اور یوں معذور لوگ اس کمپیوٹر کو براہ راست اپنے دماغ سے کنٹرول کر پائیں گے۔ اس کے بعد یہ کمپیوٹر حقیقی طور پر ان معذور افرا کے جسم اور دماغ کا حصہ بن جائے گا اور ان کے جسم کے معذور حصوں کا کام خود سنبھال لے گا۔

بد قسمتی سے ہمارے ہاں کچھ حلقوں میں سٹیفن ہاکنگ اور ان کے کمپیوٹر سے متعلق بہت سے بے سروپا سازشی نظریات مشہور ہیں۔ مثال کے طور پر کچھ لوگوں کا دعویٰ ہے کہ سٹیفن ہاکنگ کا کوئی وجود ہی نہیں تھا۔ اس سازشی نظریے کے مطابق ہاکنگ کی کرسی پر کوئی ایکٹر بیٹھا ہوتا تھا جو معذوری کی ایکٹنگ کرتا تھا اور تمام جوابات کیمرے کے پیچھے بیٹھے سائنس دان دیتے تھے۔ جس تیزی سے انٹل کا یہ کمپیوٹر بہتر سے بہتر ہوتا جا رہا ہے، عین ممکن ہے کہ مستقبل میں جب سازشی نظریات کے حامل یہ لوگ بوڑھے ہوں گے اور ان کی کچھ حسیات کام کرنا چھوڑ دیں گی تو یہ حضرات اسی کمپیوٹر کو استعمال کرتے پائے جائیں گے۔

اوریجنل آرٹیکل کا لنک:

https://www.forbes.com/sites/johnkoetsier/2020/08/27/intel-scientist-who-built-stephen-hawkings-communicator-is-updating-it-with-ai-and-gpt-2-open-sourcing-it/

اپالو 11 کا سپر کمپیوٹر

آج سے تقریباً پچاس سال پہلے اپالو گیارہ کے مشن میں تین خلانورد اور دو کمپیوٹرز چاند کی طرف بھیجے گئے۔ چند دنوں کے بعد پاکستان سمیت دنیا بھر میں 50 کروڑ سے زیادہ لوگوں نے اپنے ٹیلی ویژن سیٹس پر نیل آرم سٹرانگ اور بز ایلڈرن کو چاند پر چہل قدمی کرتے دیکھا۔ اگرچہ آج نیل آرمسٹرانگ کا نام دنیا بھر میں مشہور ہے لیکن چاند پر اترنے کے لیے سب سے زیادہ کام جس کمپیوٹر نے کیا اس کے بارے میں بہت کم لوگوں کو معلوم ہے۔

اکیسویں صدی میں ہم کمپیوٹرز کے اس قدر عادی ہو چکے ہیں کہ یہ تصور کرنا بھی مشکل ہے کہ پچاس سال پہلے اپالو کے خلائی جہاز میں کمپیوٹر نصب کرنا ایک بہت بڑا فیصلہ تھا۔ ان دنوں کمپیوٹرز بہت بڑے ہوا کرتے تھے اور انہیں چلانے کے لئے بہت زیادہ پاور درکار ہوتی تھی۔ اپالو کا کمپیوٹر جس کمپارٹمنٹ میں نصب کیا جانا تھا اس کی جسامت ایک سوٹ کیس کے برابر تھی اور اس کی پاور بجلی کے ایک بلب سے زیادہ نہیں تھی۔ اس کمپیوٹر سسٹم کو مکمل طور پر قابل اعتماد ہونا تھا کیونکہ اس میں کسی خرابی کی صورت میں خلائی جہاز گر کر تباہ ہو سکتا تھا۔ بہت سے لوگ اس قدر 'چھوٹا' کمپیوٹر بنانا ناممکن سمجھتے تھے۔ تاہم ناممکن کو ممکن بنانا ہی تو انجینیئرنگ ہے۔

ہر اپالو مشن میں اس قسم کے دو کمپیوٹر نصب ہوا کرتے تھے جن میں سے ایک کمانڈ ماڈیول میں اور دوسرا لیونر ماڈیول میں نصب ہوتا تھا۔ کمانڈ ماڈیول چاند کے ارد گرد گردش کرتا رہتا تھا جبکہ لیونر ماڈیول چاند پر لینڈ کرتا تھا۔ ان دونوں کمپیوٹرز کی ہارڈ ویئر بالکل ایک جیسی تھی لیکن ان دونوں پر مختلف پروگرام چلائے جاتے تھے۔ چاند کی لینڈنگ کے دوران اس کمپیوٹر کا کام بے حد اہم تھا۔ اس کمپیوٹر کو اسپیس کرافٹ کی پوزیشن، رفتار، اور سمت کا حساب رکھنا ہوتا تھا اور ٹارگٹ پر لینڈ کرنے کے لیے ان تمام pa-rameters کو بیک وقت کنٹرول کرنا ہوتا تھا۔ اس کنٹرول کے لئے اس کمپیوٹر کو جایئروسکوپس اور ایکسلرومیٹر کے ڈیٹا کے علاوہ راڈار کا ڈیٹا بھی مسلسل فیڈ کیا جا رہا تھا۔ یہ راڈار اس جہاز کی چاند کی سطح سے بلندی کی پیمائش کرتا تھا۔

اس تمام ڈیٹا کو استعمال کر کے یہ کمپیوٹر راکٹ کی تھرسٹ اور سٹیرنگ راکٹس کی فائرنگ کو مسلسل کنٹرول کر رہا تھا۔ یہ کیلکولیشنز انتہائی مشکل تھیں کیونکہ وقت گزرنے کے ساتھ ساتھ ایندھن کے استعمال سے اس ماڈیول کی کمیت یا ماس مسلسل کم ہو رہی تھی۔ اگر اس کی رفتار کو کم کرنے والے راکٹ کی تھرسٹ اس ماڈیول کے عین درمیان میں ہونے کے بجائے ایک سمت میں زیادہ ہو جاتی تو خلائی ماڈیول الٹ سکتا تھا۔ اس کے علاوہ اس کمپیوٹر کا کام کمانڈ ماڈیول میں موجود ڈسپلیز میں انفارمیشن کو مسلسل اپڈیٹ کرنا بھی تھا۔

اس زمانے میں کمپیوٹر چپس بھی دستیاب نہیں تھی اور تمام ڈیجیٹل سرکٹس انفرادی ٹرانزسٹرز سے ڈیزائن کیے جاتے تھے۔ اپالو پروگرام میں پہلی دفعہ کمپیوٹر چپس استعمال ہوئے اگرچہ ہر چپ میں صرف چھ ٹرانزسٹرز تھے۔ اس وقت تک کمپیوٹر میموری کی چپس بھی ابھی ڈیزائن نہیں ہوئی تھیں اور کمپیوٹر میموری کے لیے ننھی منی مقناطیسی کورز استعمال کی جاتی تھی جس میں سے ہر مقناطیسی کور میں صرف ایک بٹ اسٹور کیا جاسکتا تھا۔ اپالو کے کمپیوٹر کی میموری کا بیشتر حصہ یعنی 60 کلو ورڈز پروگرام پر مشتمل تھا یعنی ROM کی طرح کام کرتا تھا اور صرف تقریباً دو کلو ورڈز RAM پر مشتمل تھے۔

یہ کمپیوٹر سولہ بٹ کا کمپیوٹر تھا لیکن ان میں سے ایک بٹ پیریٹی کے لیے مختص تھا اس لیے صرف 15 بٹس ڈیٹا سٹور کرنے کے لئے میسر تھے۔ اس کا ماسٹر کلاک 2 میگا ہرٹز کا تھا لیکن ڈیجیٹل آپریشنز کے لیے اسے تقسیم کر کے ایک میگا ہرٹز کا کلاک بنایا گیا۔ گویا ایک مائیکرو سیکنڈ میں یہ کمپیوٹر ایک انسٹرکشن execute کرتا تھا۔ آج کل سیل فون کے پراسیسرز اس سے ہزاروں گنا زیادہ تیز ہوتے ہیں اور میموری سٹوریج لاکھوں گنا زیادہ ہوتی ہے۔ اتنے چھوٹے سے کمپیوٹر پر صرف دو کلو ورڈز کی RAM کو استعمال کرتے ہوئے اتنے پیچیدہ مشن کو کنٹرول کرنا مشن انجینیئرز کی مہارت کا منہ بولتا ثبوت ہے۔

آجکل کے کمپیوٹرز میں آپریٹنگ سسٹم ملٹی ٹاسکنگ ہوتے ہیں اور بہت سے کام بیک وقت سرانجام دے سکتے ہیں۔ لیکن انیس سو ساٹھ میں ایسے آپریٹنگ سسٹم ابھی ایجاد نہیں ہوئے تھے۔ چنانچہ ان کمپیوٹرز کے لیے نہ صرف اس مشن کے لیے کنٹرول سافٹ ویئر انجینئرز نے خود ڈیزائن کیے بلکہ آپریٹنگ سسٹم بھی خود ہی ایجاد کیا۔ اس کے بعد خود ان تمام پروگرامز کی کوڈنگ کی اور پھر اس کوڈ کی ڈی بگنگ بھی خود ہی کی۔ اس کے علاوہ اسمبلی لینگویج میں لکھے گئے پروگرام کو ڈی کوڈ کرنے کے لئے اسمبلر بھی انہیں خود ہی ڈیزائن کرنا پڑا۔ اس مشن کے سوفٹ ویئر کا ڈیزائن کمپیوٹر ہارڈ ویئر کے میسر ہونے سے پہلے شروع کرنا ضروری تھا اس لیے سوفٹ ویئر کو debug کرنے کے لئے مین فریم کمپیوٹر پر اسے سیمولیٹ کیا گیا۔

سوفٹ ویئر پروگرامرز کو آغاز ہی سے بہت سی مشکلات کا سامنا کرنا پڑا۔ مثال کے طور پر انہیں معلوم ہوا کہ جو سسٹم سپیس کرافٹ کی ولاسٹی اور پوزیشن کو کیلکولیٹ کر رہے تھے وہ میٹرک سسٹم استعمال کر رہے تھے یعنی وہ رفتار کا ڈیٹا میٹر فی سیکنڈ کے حساب سے فراہم کرتے تھے لیکن خلانوردوں کی آسانی کے لیے ان variables کو برطانوی سسٹم میں یعنی فٹ فی سیکنڈ کے حساب سے ڈسپلے پر دکھایا جاتا تھا کیونکہ امریکہ میں ابھی تک برطانوی سسٹم ہی استعمال ہو رہا ہے۔ اس وجہ سے اس ڈیٹا کو ایک سسٹم سے دوسرے سسٹم میں تبدیل کرنے کا کام بھی یہ کمپیوٹر ہی سرانجام دیتا تھا۔

عام طور پر سافٹ ویئر میں فنکشن کال کرنے کے لیے stack کا ڈیٹا سٹرکچر استعمال ہوتا ہے لیکن اس کمپیوٹر میں stack

سسٹم بھی موجود نہیں تھا۔ چنانچہ پروگرامرز کو ریٹرن ایڈریس خود مخصوص ایڈریس پر محفوظ کرنا ہوتا تھا جس وجہ سے فنکشن کالز سے وا کے دوران غلطی کا امکان بہت زیادہ تھا۔ اسی طرح interrupts کی پروسیسنگ بھی انتہائی مشکل تھی کیونکہ in-terrupt روٹینز کو بھی ریٹرن ایڈریس خود ہی سے محفوظ کرنا ہوتا تھا۔ اس قدر مشکلوں کی وجہ سے اس کمپیوٹر کی سافٹ ویئر کو ڈویلپ اور debug کرنا انتہائی مشکل تھا۔ اس سافٹ ویئر کو مکمل طور پر debug کرنے میں کئی سالوں محنت درکار تھی۔ اس پراجیکٹ پر پروگرامرز کی پوری ٹیم کام کر رہی تھی جس میں 350 پروگرامرز شامل تھے۔ اس سوفٹ ویئر کا ڈیزائن MIT کی In-strumentation Laboratory میں ڈیزائن کیا گیا تھا جب کہ اس کی کوڈنگ کی انچارج Margaret Hamilton تھیں جنہیں 2016 میں ان کی اپالو پروگرام کی خدمات کے اعتراف میں امریکہ کے صدر نے صدارتی انعام سے نوازا۔

اپالو پروگرام کی کامیابی کے پیچھے ان ہزاروں انجینیئرز اور ٹیکنیشینز کا ہاتھ ہے جن کی سالوں کی محنت نے اس مشن کو ممکن بنایا۔ آج بہت سے لوگ اپالو پروگرام کو ہی جھوٹ قرار دیتے ہیں۔ اگر ایسے لوگ ہارڈ ویئر اور سافٹ ویئر ڈیزائن سے واقف ہوتے اور ان چیلنجز کو سمجھ پاتے جو اس پروگرام کو درپیش تھے تو شاید وہ اس ٹیم کی محنت کو بہتر طور پر سمجھ پاتے۔

اوریجنل آرٹیکل کا لنک:

https://www.americanscientist.org/article/moonshot-computing

انٹرنیٹ کس نے ایجاد کیا؟

انٹرنیٹ کس نے ایجاد کیا؟ انٹرنیٹ کی بدولت بہت سے لوگ ارب پتی بن گئے ہیں، لیکن ان لوگوں نے انٹرنیٹ کو استعمال کرنے کے نت نئے طریقے ایجاد کیے۔ جس شخص نے انٹرنیٹ ایجاد کیا اسے تو شاید کھرب پتی ہونا چاہیے۔ تو انٹرنیٹ کی ایجاد کا سہرا کس کے سر ہونا چاہیے؟ کیا یہ کوئی برطانوی شخص تھا جو کسی خفیہ زیرِ زمین لیبارٹری میں کام کر رہا تھا؟ یا کسی ذہین امریکی شخص نے روس کے حملے کے خوف میں ایجاد کیا؟ یا کسی فرا سائنس دان نے اس پر کام کیا؟ یا پھر یہ بہت سے سائنس دانوں کی مشترکہ کوششوں کا نتیجہ ہے جو جانتے تھے کہ وہ ایک کارآمد چیز بنا رہے ہیں لیکن انہیں یہ اندازہ ہی نہیں تھا کہ یہ اتنی بڑی چیز بن جائے گا۔

آیئے کچھ حقائق پر نظر ڈالتے ہیں۔ یہ ہے انٹرنیٹ، بہت سے کمپیوٹرز جو ایک دوسرے کے ساتھ منسلک ہیں اور world wide web کے ذریعے ا دوسرے سے انفار کا تبادلہ کر سکتے ہیں۔ انٹرنیٹ پر کام آج سے چالیس سال پہلے شروع ہوا۔ اس ضمن میں ایک مشہور لیکن غلط کہانی یہ ہے کہ امریکہ نے انٹرنیٹ اس لیے ایجاد کیا تاکہ ایٹمی جنگ کی صورت میں کمپیوٹرز کا مواصلاتی نظام مکمل طور پر تباہ نہ ہو جائے۔ کمپیوٹرز کا پہلا نیٹ ورک 1960 میں ایجاد ہوا جس کا نام ARPNET تھا۔ اس کے موجد کے مطابق اس نیٹ ورک کی ایجاد کا مقصد مواصلات کا نظام بنانا ہرگز نہیں تھا۔ اس کا اصل مقصد یہ تھا کہ کمپیوٹرز کے استعمال کو زیادہ موثر بنانے کے لیے ان کی time sharing کی جائے۔ تاکہ سائنسدان خواہ کہیں بھی ہوں وہ مرکزی کمپیوٹرز کو استعمال کر سکیں۔

1960 کی دہائی تک دنیا میں کوئی کمپیوٹر نیٹ ورک موجود نہیں تھا۔ اس زمانے میں بڑے بڑے mainframe کمپیوٹرز بہت بڑے بڑے کمروں میں رکھے جاتے تھے جہاں وہ پروگراموں کی پراسیسنگ یکے بعد دیگرے کرتے تھے۔ timesharing کی بدولت یہ ممکن ہو گیا کہ یہ عظیم میشنیں بہت سے پروگرام ایک ساتھ پراسیس کر سکیں۔ اس طرح بہت سے سائنس دان بیک وقت ان کمپیوٹرز کو استعمال کر سکتے تھے۔ اب ظاہر ہے کہ ا دفعہ آپ نے بہت سے کمپیوٹرز ایک دوسرے سے منسلک کر دیے تو آپ ان کے نت نئے استعمالات کے بارے میں بھی سوچنے لگیں گے اور ان کے درمیان مواصلات کے نظام کو مزید بہتر بنانے کی کوشش کریں گے۔ دنیا بھر کے سائنس دان اس مسئلے کے حل میں کوشاں تھے۔ آ دیکھتے ہیں کہ اس ضمن میں اور کیا کیا کام ہوئے۔

سب سے پہلے بات کرتے ہیں پیکٹ سوئچنگ (packet switching) کی۔ برطانیہ میں ایک تجارتی نیٹ ورک بنایا گیا

جسے برطانیہ کی نیشنل فزکل لیبارٹری نے ا د کیا تھا۔ یہ نیٹ ورک کامیاب نہ ہو سکا کیونکہ حکومت نے اس پروگرام کی فنڈنگ ختم کر دی۔ لیکن اس پراجیکٹ پر کام کرنے والی ٹیم نے پیکٹ سوئچنگ کا تصور متعارف کروایا جس میں نیٹ ورک کو overloading سے بچانے کے لیے ڈیٹا کو چھوٹے چھوٹے ٹکڑوں میں تقسیم کیا جاتا ہے اور انہیں الگ الگ اکائیوں کی شکل میں بھیجا جاتا ہے۔ انہیں وصول کرنے والا کمپیوٹرز ان پیکٹس کو دوبارہ جوڑ کر ڈیٹا اسی شکل میں لے آتا ہے جس شکل میں وہ ترسیل سے پہلے تھا۔

فرانسیسی سائنس دانوں نے بھی اس کام میں ہاتھ بٹایا۔ وہ اپنے لیے ایک الگ سائنسی نیٹ ورک بنانے میں مصروف تھے جس کا نام Cyclades تھا۔ چونکہ ان کے پاس صرف محدود بجٹ تھا اس لیے انہوں نے دوسرے نیٹ ورکس کے برعکس جو کہ گیٹ وے کمپیوٹرز استعمال کر کے ڈیٹا بھیجتے تھے کمپیوٹرز کے بلاواسطہ کنکشنز یعنی direct connections پر کام شروع کیا۔ کچھ لوگوں کا دعویٰ ہے کہ اس ٹیم نے سب سے پہلے انٹرنیٹ کی ترکیب وضع کی۔

لیجیے صاحب اب ہم 1970 کی دہائی میں پہنچ چکے ہیں۔ دنیا میں ہر جگہ کمپیوٹرز کی بھرمار ہے لیکن انہیں ایک دوسرے سے منسلک کرنے کا کوئی مستند اور عالمی نظام موجود نہیں ہے۔ چنانچہ مختلف نیٹ ورکس ایک دوسرے سے ڈیٹا ٹرانسفر نہیں کر سکتے۔ اس مسئلے کو TCP/IP پروٹوکول نے حل کیا جو کہ آج کل انٹرنیٹ کی بنیادی زبان کا درجہ اختیار کر چکا ہے۔ اس پروٹوکول میں ہر ڈیٹا پیکٹ کو ایک لیبل دیا جاتا ہے اور اس بات کو یقینی بنایا جاتا ہے کہ اگرچہ مختلف پیکٹس مختلف کمپیوٹرز اور routers سے گذرتے ہوئے اپنی منزل پر پہنچیں گے لیکن وصول کرنے والا کمپیوٹرا درست ترتیب سے واپس جوڑ پائے گا۔

نیٹ ورکس کی آپس کی مواصلات 1975 میں شروع ہوئی چنانچہ یہ کہا جا سکتا ہے کہ انٹرنیٹ کا باقاعدہ آغاز 1975 میں ہوا۔ اس وقت تک ای میل کی اہمیت بہت بڑھ چکی تھی۔ ای میل 1972 میں ARPNET کے لیے ایجاد کی گئی تھی۔ 1976 تک انٹرنیٹ کی زیادہ تر ٹریفک ای میل کے پیغامات تک ہی محدود تھی کیونکہ تعلیمی اداروں میں اساتذہ اس کے ذریعے ا دوسرے سے رابطہ رکھتے تھے۔ اب چونکہ مختلف نیٹ ورکس ایک دوسرے سے پیغامات کا تبادلہ کرنے کے اہل ہو چکے تھے اس لیے پیغام رسانی آسان سے آسان تر ہوتی جا رہی تھی۔ لیکن یہ تمام کی تمام پیغام رسانی صرف حرفی پیغامات یعنی text based messages تک ہی محدود تھی اور اسے سکرین پر دیکھنا آسان نہیں تھا۔

1980 میں Timothy Bernes Lee نامی ایک برطانوی ئنس دان یورپ کی مشترکہ ایٹمی ریسرچ آرگنائزیشن CERN میں متعین تھا۔ اس آر میں دنیا بھر کے ماہرینِ طبیعات کائنات کے بنیادی ذروں پر ریسرچ کر رہے ہیں۔ وہ سائنس دانوں کی ریسرچ سے متعلق معلومات کو بہتر طریقے سے شیئر کرنے کے نت نئے طریقوں کی تلاش میں تھا تاکہ سائنس

دان آسانی سے ایک دوسرے کی ریسرچ سے فائدہ اٹھا سکیں اور ریسرچ کی رفتار میں اضافہ ہو۔ اس نے HTTP, HTML,اور URLs کے استعمال سے ایک نیا interface ایجاد کیا جس سے انٹرنیٹ browser بنانا ممکن ہوا۔ اس نے اس browser کا نام world wide web رکھا۔ یعنی اس نے انٹرنیٹ تو ایجاد نہیں کیا لیکن web ضرور ا د کیا۔

سب سے پہلی ویب سائٹ CERN کے فرانسیسی دفتر میں اگست 1991 میں بنائی گئی۔ اب جب کہ WEB کی بنیادی ٹیکنالوجی میسر آ گئی اور کمپیوٹرز کے نیٹ ورکس بھی میسر آ گئے تو 1980 کی دہائی میں انٹرنیٹ میسیج بورڈز کی بھرمار ہو گئی۔ ڈیجیٹل مواصلات کے امکان پر فون کمپنیوں کی رال بھی ٹپکنے لگی۔ 1990 کی دہائی میں ویب browsers بہت عام ہو گئے اور ای میل کی سہولت عوام تک بھی پہنچ گئی۔ انٹرنیٹ کا استعمال انتہائی تیزی سے بڑھنے لگا اور 1995 کے بعد یہ سہولت بھی عوام میں مقبول ہونے لگی۔

لیکن ٹھہریے۔ یہ درست نہیں ہے کہ انٹرنیٹ امریکہ کے اس وقت کے نائب صدر ایل گور نے ا کیا تھا؟ جی نہیں۔ اگر آپ ان کے بیانات کو غور سے پڑھیں تو آپ دیکھیں گے کہ انہوں نے کبھی یہ دعویٰ نہیں کیا کہ انٹرنیٹ انہوں نے ایجاد کیا۔ البتہ بہت سے لوگ انہیں اس بات پر ضرور سراہتے ہیں کہ انہوں نے انٹرنیٹ کو مقبول بنانے کے لیے قانون سازی میں ایک اہم کردار ادا کیا۔

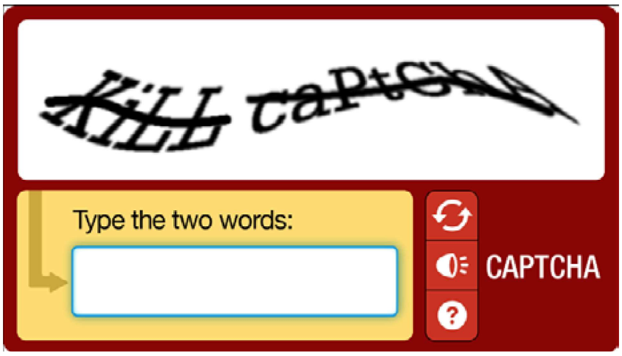
انٹرنیٹ عوام میں مقبول اس لیے ہے کہ ہم لوگ ایک دوسرے تک رسائی چاہتے ہیں اور شاید دوسرے جانوروں کی نسبت انسانوں کی ترقی کا راز بھی اسی میں پوشیدہ ہے۔ چنانچہ آپ کہہ سکتے ہیں کہ انٹرنیٹ بھی ارتقاء کا ہی ایک اور قدم ہے جسے انسان نے اپنی ذہانت سے ممکن بنایا۔ انٹرنیٹ کسی ایک شخص نے ا کیا بلکہ بہت سے سائنس دانوں نے مل کر وہ بنیادی ٹیکنالوجیز فراہم کیں جن پر انٹرنیٹ کی عمارت کھڑی ہے۔ آج انٹرنیٹ مواصلات کے علاوہ خرید و فروخت، ریسرچ، پراپیگنڈہ، جاسوسی، ڈیٹنگ، اور تفریح کا ذریعہ بن چکا ہے۔ کام چوروں کے لیے انٹرنیٹ ایک بیش بہا تحفہ ہے کیونکہ لوگ انہیں کام میں یا پڑھائی میں مصروف سمجھتے ہیں جبکہ یہ لوگ اپنے پسند کی ویب سائٹ سے لطف اندوز ہو رہے ہوتے ہیں۔

ویڈیو لنک

https://www.youtube.com/watch?v=21eFwbb48sE

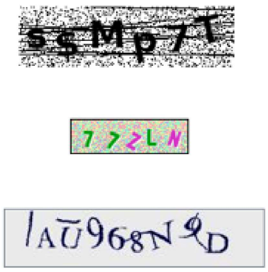
دنیا کی سب سے بڑی لائبریری۔ گوگل booksاور کاپچا CAPTCHA

ویب سرفنگ کے دوران آپ نے اس قسم کی چیزیں یقیناً دیکھی ہوں گی جن میں آپ کو کچھ حروف دکھائے جاتے ہیں جنہیں آپ کو ٹائپ کرنا ہوتا ہے۔ لیکن کیا آپ جانتے ہیں کہ اس کا مقصد کیا ہے اور اس ٹیکنالوجی سے یہ کیسے معلوم کیا جاتا ہے کہ کمپیوٹر پر کوئی انسان موجود ہے یا نہیں اور کہیں کوئی روبوٹ تو ویب پیج پر کام نہیں کر رہا۔



اس ٹیکنالوجی کو کاپچا CAPTCHA (Complete Automated Public Turing test to tell Computers and Humans Apart) کہا جاتا ہے جسے سنہ 2003 میں کارنیگی میلون یونیورسٹی میں ا د کیا گیا تھا تاکہ ویب سائٹس پر صرف انسانوں کو ہی access دی جائے۔ یہ ا دلچسپی سے خالی نہیں کہ کاپچا کا تلفظ انگریزی کے لفظ capture سے ملتا جلتا ہے جسے مجرموں کے پکڑنے کے معنوں میں استعمال کیا جاتا ہے۔

اس ٹیکنالوجی میں انسانوں کی شناخت کے لیے انہیں ایسے امیج دکھائے جاتے ہیں جن میں کچھ حروف کی تصویر ہوتی ہے جنہیں جان بوجھ کر گڈمڈ کر دیا جاتا ہے۔ اکثر انسان ان حروف کو دیکھتے ہی شناخت کر لیتے ہیں لیکن روبوٹس اور کمپیوٹر پروگرام انہیں شناخت نہیں کر پاتے۔



اس ٹیکنالوجی کا مقصد یہ ہے کہ آٹومیٹک bots (یعنی کمپیوٹر پروگرام جو یہ ظاہر کرتے ہیں کہ وہ انسان ہیں) کو بوگس انفارمیشن فراہم کرنے، کمنٹس کرنے یا ویب سائٹ کے لنک ڈالنے سے اور ہیکرز کو ویب سائٹ پر حملہ کرنے، صارفین کا ڈیٹا چرانے، یا پاس ورڈ چرانے سے روکا جا سکے۔

آج کل ہر روز کروڑوں کاپچا استعمال ہوتے ہیں چنانچہ کروڑوں لوگ ان الفاظ کو دیکھ کر ا دوبارہ ٹائپ کرتے ہیں۔ کیا ان کروڑوں لوگوں کی توجہ کا کوئی کارآمد استعمال بھی ممکن ہے؟ جی ہاں۔ اگرچہ کاپچا کے الفاظ کو جان بوجھ کر گڈمڈ کر دیا جاتا ہے لیکن اگر کہیں ایسے پرنٹ کیے ہوئے حروف موجود ہوں جو کسی وجہ سے گڈمڈ ہو چکے ہوں اور کمپیوٹر انہیں شناخت نہ کر پاتا ہو تو یہی لوگ ایسے حروف خت کرنے میں مدد دے سکتے ہیں۔

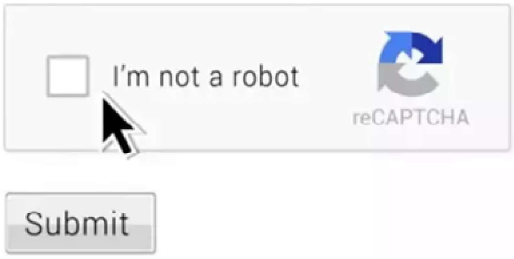
کئی لوگوں کی خواہش تھی کہ بہت سی کتابوں کو سکین کر کے ان کے متن کو کمپیوٹرز کے ذریعے ٹیکسٹ میں تبدیل کر لیا جائے۔ چنانچہ کچھ ماہرین نے ایک نئی ٹیکنالوجی ایجاد کی جسے ReCAPTCHA کا نام دیا گیا۔ ہر سکین شدہ کتاب کے تمام حروف کے امیجز کا ڈیٹا بیس بنایا گیا اور ایسے حروف کو Captcha ٹیکنالوجی کے ذریعے ان لوگوں کے سامنے پیش کیا جانے لگا جنہیں یہ ثابت کرنا ہوتا ہے کہ وہ انسان ہیں کوئی روبوٹ نہیں۔ اس طرح ایک تیر سے دو شکار ہونے لگے۔ ایک تو اس بات کی شناخت ہونے لگی کہ ویب سائٹ کوئی انسان ہی وزٹ کر رہا ہے کوئی روبوٹ نہیں اور دوسرے سکین شدہ کتابوں کے پرنٹڈ حروف ٹیکسٹ میں تبدیل ہونے لگے۔

سنہ 2009 تک دنیا میں ہر روز دس کروڑ حروف اور الفاظ ReCAPTCHA ٹیکنالوجی کی مدد سے شناخت کیے جا رہے تھے جس سے ہر سال 25 لاکھ کتابیں آن لائن مہیا کی جا رہی تھیں۔ دریں اثنا گوگل اور کئی دوسری بڑی کمپنیاں بھی لاکھوں کی تعداد میں ایسی کتابوں کو سکین کر کے آن لائن ڈال رہی تھیں جن کے حقوق expire ہو چکے ہیں یعنی اب یہ کتابیں بغیر رائلٹی کے چھاپی اور تقسیم کی جاسکتی ہیں۔ (یہ کام اب تک جاری ہے)۔ تاہم سنہ 2009 تک ان کتابوں کو سکین کر کے صرف سکین شدہ صفحوں کے امیجز آن لائن ڈال جاتے تھے جنہیں پڑھا تو جاسکتا تھا لیکن ان میں متن کی سرچ کرنا ممکن نہیں تھا۔ چنانچہ سنہ 2009 میں گوگل نے ReCAPTCHA کے تمام حقوق خرید لیے تاکہ ان تمام کتابوں کے متن کو کمپیوٹر کے ذریعے ٹیکسٹ میں تبدیل کر یا جائے جسے پڑھنے والے سرچ بھی کر سکیں۔

چنانچہ اس و سے دنیا بھر میں ویب سرفنگ کرنے والے لوگ انجانے میں علم کی بہت بڑی خدمت سرانجام دے رہے ہیں اور ان کتابوں کے متن کو ٹیکسٹ میں تبدیل کر رہے ہیں۔ ایسا کرنے کے لیے گوگل نے تمام سکین شدہ صفحات کے امیجز کو کانٹ کتر کر کروڑوں چھوٹے چھوٹے حصوں میں تقسیم کر دیا اور ہر حصے کو ایک منفرد آئی ڈی دے دیا گیا۔ اب جب بھی کسی ویب سائٹ پر اس بات کی ضرورت پڑتی ہے کہ اس پر انسان کی موجودگی کو کنفرم کیا جائے تو اسے دو شبیہیں دکھائی جاتی ہیں۔ ایک تو وہ شبیہہ جسے ReCAPTCHA سافٹ ویئر نے خود ترتیب دیا ہوتا ہے تاکہ یہ شناخت ہو سکے کہ استعمال کرنے والا انسان ہے یا روبوٹ اور دوسری ان سکین شدہ کتابوں کی ایک کترن جس پر کچھ حروف ہوتے ہیں۔ ہر کترن کو بہت سے لوگوں کو دکھایا جاتا ہے۔ استعمال کرنے والا ان دونوں کے حروف پہچان کر انہیں اپنے کی بورڈ سے ٹائپ کرتا ہے۔ پہلی شبیہہ کے ٹائپ شدہ حروف سے سافٹ ویئر یہ فیصلہ کرتی ہے کہ استعمال کرنے والا انسان ہے یا نہیں۔ دوسری شبیہہ کے حروف ایک ڈیٹا بیس میں ڈالے جاتے ہیں جہاں اس شبیہہ سے متعلق وہ حروف ہوتے ہیں جو بہت سے دوسرے لوگوں نے اسی شبیہہ کو دیکھ کر ٹائپ کیے۔ جب ایک

شبیہہ پر بہت سے لوگوں کے جوابات اکٹھا ہو جاتے ہیں تو ان میں سے جو جواب سب سے زیادہ لوگوں نے دیا ہوتا ہے اسے درست جان کر ان حروف کو اس شبیہہ کے ساتھ منسلک کر دیا جاتا ہے اور ایک مختلف ڈیٹا بیس میں ڈال دیا جاتا ہے جس میں ایسی شبیہوں کے حروف ہوتے ہیں جن کی درست شناخت کی جا چکی ہے۔ اس طرح آہستہ آہستہ پوری کی پوری کتاب کا متن 'خود بخود' ٹیکسٹ میں منتقل ہو جاتا ہے۔ جونہی کسی کتاب کے تمام حروف ڈی کوڈ ہو جاتے ہیں اس مکمل شدہ کتاب کے متن کو جدید فانٹس میں تبدیل کر کے آن لائن ڈال دیا جاتا ہے۔

اب تک گوگل نے تمام کی تمام گوگل بکس ڈیجیٹل ٹیکسٹ میں منتقل کر کے آن لائن ڈال دی ہیں۔ اب تک ڈھائی سے تین کروڑ کتابیں آن لائن ڈالی جا چکی ہیں اور ا دنیا کی سب سے بڑی لائبریری قرار دیا جا رہا ہے۔ اس کے علاوہ گوگل نے نیو یارک ٹائمز اخبار کے تمام پرانے ایڈیشنز کو ڈیجیٹل ٹیکسٹ میں منتقل کر کے آن لائن ڈال دیا ہے۔ اب گوگل نے میگزینز کو سکین کرنا شروع کیا ہے اور انہیں بھی آن لائن ڈالا جا رہا ہے۔ اس کے علاوہ گوگل میپس (Google Maps) میں موجود تصاویر میں سے سڑکوں کے نام اور گلیوں کے نمبروں کی تصویروں کو ReCAPTCHA میں ڈالنا شروع کر دیا گیا ہے تاکہ گوگل میپس کے تمام ڈیٹا بیس کو بھی سرچ کے قابل بنایا جا سکے۔



کمپیوٹر کی ٹیکنالوجی اتنی تیزی سے ترقی کر رہی ہے کہ ہیکرز نے Captcha کے امیجز کو بھی کمپیوٹر کے ذریعے ڈی کوڈ کرنا سیکھ لیا ہے اور Captcha دھوکا دینا ممکن ہو گیا ہے۔ گوگل نے شروع شروع میں Captcha کے امیجز کو زیادہ مشکل بنانے کی کوشش کی تاکہ کمپیوٹرز انہیں حل نہ کر سکیں۔ اس سے ایک تو یہ مشکل ہوئی کہ انسانوں کے لیے بھی ان امیجز کو پڑھنا مشکل ہو گیا اور دوسرے یہ کہ ہیکرز کے کمپیوٹرز الگورتھم بھی مسلسل بہتر ہو رہے ہیں اور ان کمپیوٹرز نے ان مشکل امیجز کو بھی ڈی کوڈ کرنا سیکھ لیا۔ چنانچہ اب گوگل نے ایک نئی ٹیکنالوجی اپنائی ہے۔

اب جب آپ اس چیک باکس پر کلک کرتے ہیں تو یہ ٹول آپ کے کمپیوٹر کا IP address، آپ کا جغرافیائی مقام، مقامی وقت، آپ کی cursor کی حرکات کی تفصیل یعنی آپ اس پیج پر کیسے سکرولنگ کر رہے تھے، کس مقام پر کتنی دیر ٹھہرے وغیرہ، اور سی دوسری تفصیلات گوگل کو ارسال کرتا ہے۔ گوگل کے پاس آپ کی سکرولنگ کی تمام ہسٹری لمحہ بہ لمحہ موجود ہوتی ہے چنانچہ گوگل کے کمپیوٹر عموماً یہ فیصلہ کر سکتے ہیں کہ اس ویب پیج پر آپ ہی سکرولنگ کر رہے ہیں یا کوئی ہیکر آپ کا کمپیوٹر

ہیک کر کے سکرولنگ کر رہا ہے۔ چنانچہ گوگل اس سافٹ ویئر کو آل کلیئر کا سگنل دے دیتا ہے۔ اگر بالفرض گوگل کے کمپیوٹر یہ فیصلہ نہ کر پائیں کہ آپ کے کمپیوٹر پر کوئی انسان ہے کا کوئی bot، تو گوگل کی زنبیل میں اور بھی بہت سے خفیہ ہتھیار ہیں جن کی مدد سے انسان اور کمپیوٹر کی تفریق ممکن ہے۔

سیل فون کیسے کام کرتا ہے؟

جب آپ اپنے فون پر کسی دوست سے بات کرتے ہیں، تو آپ کی آواز کو فون کے مائیکروفون سے برقی سگنل میں تبدیل کیا جاتا ہے۔ یہ سگنل انیلاگ (analog) ہوتا ہے یعنی آپ کی آواز جتنی بلند ہو اس سگنل کی وولٹیج اسی قدر زیادہ ہوتی ہے۔ لیکن سیل فون انیلاگ سگنل کو ٹرانسمٹ نہیں کرتا۔ ایک کمپیوٹر چپ اور سافٹ ویئر کی مدد سے آپ کی آواز کے سگنل کو ڈیجیٹل سگنل میں منتقل کیا جاتا ہے۔ ڈیجیٹل سگنل میں آپ کی آواز 'صفر' اور 'ایک' کی شکل میں ہوتی ہے۔ فون کے اندر ایک اینٹینا اس صفر اور ایک پر مشتمل وائس ڈیٹا کو برقی مقناطیسی لہروں کی شکل میں منتقل کرتا ہے اور اسے ہوا میں ٹرانسمٹ کرتا ہے۔

تاہم چونکہ سیل فون کے ٹرانسمٹر میں زیادہ پاور نہیں ہوتی اس لیے یہ برقی مقناطیسی لہریں زیادہ فاصلے تک سفر کرنے سے قاصر ہیں۔ فون کی ارد گرد موجود اشیا اور برقی آلات کی وجہ سے اور کچھ ماحولیاتی عوامل کی موجودگی کی وجہ سے یہ سگنل کچھ ہی فاصلے پر اپنی طاقت کھو دیتے ہیں۔ اس کے علاوہ زمین کی کروی ساخت کی وجہ سے بھی برقی مقناطیسی لہریں زمین کی سطح پر زیادہ دور تک نہیں جا پاتیں کیونکہ برقی لہریں خط مستقیم میں سفر کرتی ہیں اور زمین کی کروی شکل کی وجہ سے زمین کی سطح پر زیادہ دور تک ڈیٹیکٹ نہیں کی جا سکتیں۔ ان مسائل پر قابو پانے کے لیے سیل ٹاورز کا استعمال کیا جاتا ہے جو جگہ جگہ نصب ہوتے ہیں۔ ضرورت صرف اس بات کی ہوتی ہے کہ آپ کے سیل فون کا سگنل کسی قریبی سیل ٹاور تک پہنچ جائے۔

سیلولر ٹیکنالوجی میں کسی بھی جغرافیائی علاقے کو (جہاں سیل فون سروس مہیا کرنا مقصود ہو) چھ پہلوؤں والے (یعنی hex-agonal) حصوں میں تقسیم کر دیا جاتا ہے جنہیں 'سیل' کہا جاتا ہے۔ ہر سیل کا اپنا ٹاور ہوتا ہے جس کو ایک مخصوص فریکوئنسی مختص کی جاتی ہے جو آس پاس کے ہر ٹاور سے مختلف ہوتی ہے۔ عام طور پر ان سیل ٹاورز کو زیر زمین تاروں یا فائبر آپٹیکل کیبلز کے ذریعے ایک دوسرے سے اور قومی نیٹ ورک سے منسلک کیا جاتا ہے۔ مختلف سرورز (servers) کے ذریعے سیل ٹاورز کو انٹرنیشنل نیٹ ورک سے بھی منسلک کیا جاتا ہے جس کے لیے سمندر کی تہہ میں بچھائی گئی فائبر آپٹیکل کیبلز استعمال ہوتی ہیں۔

آپ کا فون اس کال کے دوران جو برقی مقناطیسی لہریں پیدا کرتا ہے وہ آپ کے علاقے میں موجود ٹاور تک پہنچتی ہیں جہاں انہیں ہائی فریکوئنسی کی روشنی کی پلسز (high frequency light pulses) میں تبدیل کر دیا جاتا ہے اور پھر اس ڈیٹا کو مزید سگنل پروسیسنگ کے لیے ٹاور کی بنیاد میں واقع بیس ٹرانسیور باکس میں پہنچایا جاتا ہے۔ یہاں مزید پروسیسنگ کے بعد آپ کی آواز پر مشتمل ڈیجیٹل ڈیٹا کو اس ٹاور کی طرف روانہ کر دیا جاتا ہے جس کے ساتھ آپ کے دوست کا فون منسلک ہے۔

فائبر آپٹیک کیبل سے روشنی کی پلسز موصول ہونے پر منزل د کا ٹاور اس سگنل کو رو سے دوبارہ برقی مقناطیسی

لہروں کی شکل میں منتقل کرتا ہے اور اسے ہوا میں ٹرانسمٹ کرتا ہے۔ یہ سگنل آپ کے دوست کا فون وصول کرتا ہے جہاں یہ سگنل ایک الٹے پراسیس سے گزرتا ہے یعنی پہلے اس سگنل سے ایک اور صفر پر مبنی ڈیجیٹل ڈیٹا اخذ کیا جاتا ہے اور پھر اس ڈیجیٹل ڈیٹا کو انیلاگ وولٹیج میں تبدیل کرکے فون کے سپیکر کو فیڈ کیا جاتا ہے۔ یوں آپ کا دوست آپ کی آواز سن پاتا ہے۔

سیل نیٹ ورک کیسے کام کرتا ہے:

یہاں سوال یہ پیدا ہے کہ دنیا بھر میں لاکھوں سیل ٹاورز موجود ہیں۔ آپ کی آواز کا سگنل ان لاکھوں سیل ٹاورز کو چھوڑ کر صرف اسی سیل ٹاور تک کیسے پہنچ جاتا ہے جہاں آپ کے دوست کا فون موجود ہے۔ اس عمل کے لیے آپ کے علاقے کا سیل ٹاور ایک موبائل سوئچنگ سینٹر (MSC) سے رابطہ کرتا ہے۔ ہر علاقے میں جہاں بہت سے سیل ٹاور ہوتے ہیں وہاں ایک MSC بھی ہوتا ہے۔ جب آپ سم کارڈ خریدتے ہیں تو آپ کی سبسکرپشن کی تمام معلومات اس مخصوص MSC میں رجسٹر ہو جاتی ہیں۔ یہ MSC آپ کا ہوم MSC کہلاتا ہے۔ ہوم MSC میں اس علاقے میں اس فون کمپنی کے تمام صارفین کی سبسکرپشن کی معلومات سٹور ہوتی ہیں جیسے سروس پلانز، موجودہ مقام، اور صارفین کے فون کا موجودہ سٹیٹس (یعنی فون آن ہے یا آف، کسی سیل ٹاور سے منسلک ہے یا نہیں)۔

اگر آپ اپنے ہوم MSC کی رینج سے باہر چلے جاتے ہیں تو آپ کے فون کی انفارمیشن اس علاقے کے MSC کو بھیجی جاتی ہے جو اب آپ کے سیل فون کی کالوں کو مینیج کرتا ہے۔ جیسے ہی آپ اس نئے MSC کے علاقے میں داخل ہوتے ہیں، یہ MSC آپ کے ہوم MSC کے ساتھ بات چیت کرتا ہے اور آپ کی موجودہ لوکیشن اسے بتاتا ہے۔ گویا آپ کا ہوم MSC ہمیشہ یہ خبر رکھتا ہے کہ آپ اس وقت کس MSC کے علاقے میں ہیں۔

جب بھی آپ اپنا فون آن کرتے ہیں، آپ کا فون مقامی MSC میں رجسٹر ہوتا ہے اور آپ کے ہوم MSC میں آپ کا ڈیٹا اپڈیٹ ہو جاتا ہے۔ اس کے بعد وقفے وقفے سے آپ کا ڈیٹا اپڈیٹ ہوتا رہتا ہے۔ جب آپ حرکت کر رہے ہوں اور آپ کا فون ا سیل سے دوسرے سیل کو منتقل ہو تو بھی یہ ڈیٹا MSC میں اپڈیٹ کیا جاتا ہے

فون کال کیسے مکمل ہوتی ہے:

فرض کیجیے آپ اپنے دوست کو فون کرتے ہیں۔ جب آپ اپنے دوست کا فون نمبر ڈائل کرتے ہیں تو کال کی درخواست آپ کے ہوم MSC پر پہنچ جاتی ہے۔ آپ کے دوست کا نمبر موصول ہونے پر آپ کا MSC کال کی یہ درخواست آپ کے دوست

کے ہوم MSC کو بھیج دیتا ہے۔ اب آپ کے دوست کا MSC ا موجودہ علاقے کی جانچ کر رہا ہے۔ اگر آپ کا دوست اپنے ہوم MSC میں ہے تو کال یہ درخواست فوری طور پر اس موجودہ سیل لوکیشن پر بھیج دی جائے گی۔ وہاں کا سیل ٹاور یہ چیک کرے گا کہ آپ کا دوست کسی اور کال پر مصروف ہے یا اس کا موبائل بند ہے۔ اگر اس کا فون آن ہے اور کسی دوسری کال پر نہیں ہے تو آپ کے دوست کے فون کی گھنٹی بجنے لگے گی اور کال مکمل ہو جائے گی۔ تاہم اگر آپ کا دوست اپنے ہوم MSC میں نہیں ہے تو آپ کے دوست کا ہوم MSC کال کی درخواست کو اس عارضی MSC کو بھیج دے گا جہاں آپ کے دوست کا فون اس وقت رجسٹرڈ ہے۔ وہ عارضی MSC آپ کے دوست کے فون کو تلاش کرنے کے لیے اوپر بیان کردہ طریقہ کار پر عمل کرے گا اور پھر کال قائم کرے گا۔

موبائل فون ٹیکنالوجیز کی مختلف جنریشنز کیوں ہیں؟

ون جی (1G یا فرسٹ جنریشن) ٹیکنالوجی سیل فون کی ابتدائی ٹیکنالوجی تھی جس نے پہلی بار صارفین کو فون لے کر جہاں چاہیں وہاں جانے کی آزادی دی کیونکہ سیل فون کے ساتھ کیبل منسلک نہیں تھی۔ لیکن ون جی ٹیکنالوجی میں دو بڑے مسائل تھے۔ پہلا مسئلہ یہ تھا کہ وائرلیس ٹرانسمیشن اینالاگ فارمیٹ میں تھا۔ اینالاگ سگنلز بیرونی ذرائع سے آسانی سے تبدیل کیے جا سکتے ہیں اور ان میں ماحول میں موجود الیکٹرومیگنیٹک ویوز کی وجہ سے انٹرفیرنس بہت زیادہ ہوتی ہے۔ لہٰذا اس ٹیکنالوجی میں آواز کی کوالٹی بہت خراب تھی اور اسے دوسرے لوگ آسانی سے کیچ کر کے آپ کی گفتگو سن سکتے تھے۔

ان مسائل کو حل کرنے کے لیے موبائل کمیونیکیشنز کی دوسری نسل یعنی 2G ا دی گئی جس میں ڈیجیٹل ٹیکنالوجیز کا استعمال کیا گیا یعنی سیل فون کا سگنل ڈیجیٹل ڈیٹا میں تبدیل کر کے اسے ٹرانسمٹ کیا جاتا تھا۔ 2G لوجی کی مدد سے سیل فون میں ایس ایم ایس اور انٹرنیٹ براؤزنگ کی سہولت بھی متعارف کرائی گئی۔

ٹو جی ٹیکنالوجی میں انٹرنیٹ براوزنگ قدرے مشکل تھی کیونکہ اس کی ڈیٹا سپیڈ بہت کم تھی۔ چنانچہ تیسری جنریشن کی ٹیکنالوجی یعنی 3G میں ڈیٹا ٹرانسفر سپیڈ کو بڑھانے پر خصوصی توجہ دی گئی۔ اس ٹیکنالوجی میں دو میگا بٹس فی سیکنڈ ((2Mbps تک کا ڈیٹا ٹرانسفر ریٹ ممکن تھا۔ اس لیے اس ٹیکنالوجی میں وائس کالز کے علاوہ جی پی ایس، بڑی فائلز ڈاؤن لوڈ کرنا، آن لائن گیمز کھیلنا اور ویڈیوز دیکھنا ممکن ہو گیا۔ تھری جی کا اجراء بنیادی سیل فون کو اسمارٹ فون میں تبدیل کرنے میں ایک بہت بڑا قدم تھا۔

اس کے بعد فور جی ٹیکنالوجی متعارف کی گئی جس میں 20 سے 100Mbps کی رفتار سے ڈیٹا ٹرانسفر ممکن ہو گیا جو ہائی ریزولوشن فلموں اور ٹیلی ویژن کے لیے موزوں تھا۔ موبائل کمیونیکیشن کی اگلی نسل، فائیو جی کو اب مختلف ممالک میں متعارف

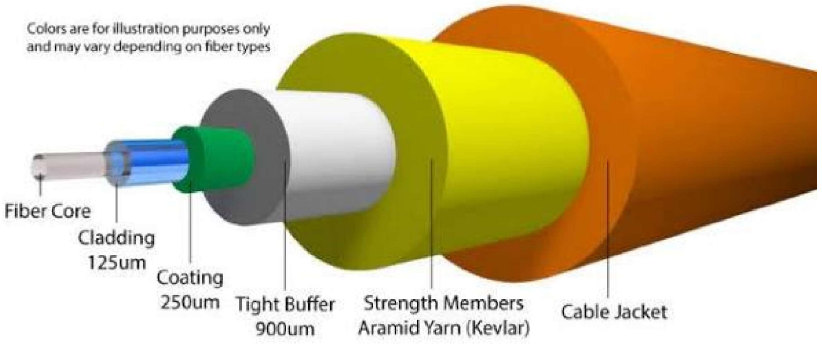
کروایا جار ہے جس کی مدد سے اب بہت سی سمارٹ ڈیوائسز ایک دوسرے سے رابطہ کر سکتی ہیں۔ یہ ٹیکنالوجی خودکار (یعنی بغیر ڈرائیور کے) کاروں، سمارٹ اپلائنسز اور سمارٹ ہومز جیسی چیزوں کے انٹرنیٹ (جسے internet of things کہا جاتا ہے) کو سپورٹ کرتی ہے۔

اوریجنل انفارمیشن کا لنک:

https://www.youtube.com/watch?v=1JZG9x_VOwA

فائبر آپٹک کیبل – تیز ترین مواصلات کا ذریعہ

کیا آپ جانتے ہیں کہ فائبر آپٹک کیبلز الیکٹرانک مواصلات کا تیز ترین ذریعہ کیوں ہیں؟ بجلی کی ایجاد کے بعد سے بجلی کی ترسیل کے لیے کاپر یعنی تانبے کی تار استعمال ہوتی رہی ہے۔ ٹیلیگراف کی ایجاد کو دو سو سال سے زیادہ ہو گئے ہیں اور اس وقت سے انفارمیشن کی ترسیل کے لیے بھی تانبے کی تار ہی استعمال ہوتی رہی ہے۔ ٹیلی فون کی ایجاد کے بعد تو دنیا بھر میں تانبے کی تاروں کا جال بچھ گیا تھا۔ کئی دہائیوں تک ٹیلی کمیونیکیشن کے لیے تانبے کی تار ہی استعمال ہوتی رہی۔ تانبے کی تاروں میں ڈیجیٹل ڈیٹا الیکٹریکل سگنل کی صورت میں بھیجا جاتا ہے۔ رسیور کی سائیڈ پر ایک ڈیٹیکٹر اس سگنل کو ڈیٹیکٹ کرتا ہے۔ لیکن الیکٹریکل سگنل تانبے کی تار میں سفر کرتے ہوئے آہستہ آہستہ کمزور ہونے لگتا ہے۔ اس مظہر کو signal attenuation کہا جاتا ہے۔



فائبر آپٹک کیبل سائنس دانوں نے 1950 کی دہائی میں ایجاد کی۔ ٹیلی کمیونیکیشن کے فیلڈ میں اس کو مقبول ہونے میں مزید چند دہائیاں لگیں۔ لیکن اب ٹیلی کمیونیکیشن میں تقریباً ہر جگہ فائبر آپٹک کیبل ہی استعمال ہو رہی ہے۔ فائبر آپٹک کیبل میں شیشے یا پلاسٹک کی تاریں ہوتی ہیں جن میں ڈیجیٹل ڈیٹا روشنی کی پلسز (pulses) کی صورت میں بھیجا جاتا ہے۔ فائبر آپٹک کیبل میں ڈیٹا ٹرانسمٹ کرنے کے لیے کمپیوٹر کے الیکٹریکل سگنل کو روشنی کی پلسز میں تبدیل کیا جاتا ہے۔ اگر روشنی موجود ہو تو اسے 1 تصور کیا جاتا ہے اور اگر روشنی موجود نہ ہو تو اسے 0 تصور کیا جاتا ہے۔ کیونکہ ڈیجیٹل ڈیٹا 1 اور 0 کی صورت میں ہی ہوتا ہے اس لیے روشنی کی پلسز سے ڈیجیٹل ڈیٹا ٹرانسمٹ کرنا آسان ہوتا ہے۔ جب یہ روشنی منزل مقصود تک پہنچتی ہے تو ایک کنورٹر روشنی کے اس کو دوبارہ الیکٹریکل سگنل میں تبدیل کر دیتا ہے، یعنی جب روشنی ہو تو 1 کا سگنل دیتا ہے اور رو تو صفر کا سگنل دیتا ہے۔

فائبر آپٹیکل کیبل کو تانبے کی تار پر ترجیح کیوں دی جاتی ہے؟

تانبے کی تار میں الیکٹریکل سگنل الیکٹرو میگنیٹک فیلڈ کی وجہ سے سفر کرتا ہے۔ خالی سپیس میں الیکٹرو میگنیٹک فیلڈ میں

تبدیلی روشنی کی رفتار سے سفر کرتی ہے لیکن تانبے کی تار میں اس کی رفتار روشنی کی رفتار سے قدرے کم ہوتی ہے۔ فائبر آپٹک کیبل میں روشنی کا سگنل بھی الیکٹرو میگنیٹک سگنل ہے جو خلا کی نسبت آپٹک کیبل میں قدرے سست رفتار ہوتا ہے۔ گویا اصولاً تانبے کی تار اور فائبر آپٹک کیبل میں سگنل کی ترسیل کی رفتار میں زیادہ فرق نہیں ہوتا۔ تو پھر فائبر آپٹک کیبل کو کیوں ترجیح دی جاتی ہے؟

اس کی ایک وجہ تو یہ ہے کہ آپٹیکل کیبل کی بینڈوڈتھ فائبر تانبے کی تار کی بینڈوڈتھ سے بہت زیادہ ہوتی ہے۔ بینڈوڈتھ کو بیک وقت بہت سے سگنلز کو ٹرانسمٹ کرنے کی قابلیت سمجھ لیجیے۔ جس طرح ایک بس میں ایک وقت میں چالیس پچاس مسافر سفر کر سکتے ہیں جبکہ ایک ٹرین میں بیک وقت ہزار سے بھی زیادہ مسافر سفر کر سکتے ہیں، اسی طرح کسی بلڈنگ کے لوکل ایریا نیٹ ورک میں تانبے کی تار میں بیک وقت تین ہزار ٹیلیفون کال کا ڈیٹا بھیجا جا سکتا ہے۔ اس کے برعکس اسی عمارت میں فائبر آپٹک کیبل کے نیٹ ورک پر بیک وقت تیس ہزار ٹیلیفون کالز کا ڈیٹا ٹرانسمٹ کیا جا سکتا ہے۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ فائبر آپٹک کیبل میں روشنی استعمال ہوتی ہے جس کی فریکونسی تانبے کی تار میں استعمال ہونے والے الیکٹریکل سگنل کی فریکونسی کی رینج سے سینکڑوں گنا زیادہ ہوتی ہے۔ کسی بھی چینل کی فریکونسی رینج جس قدر زیادہ ہو اسی قدر زیادہ ڈیٹا بیک وقت ٹرانسمٹ کیا جا سکتا ہے۔ یہ وہ بنیادی خوبی ہے جس کی وجہ سے آج کل فائبر آپٹک کیبل کو تانبے کی تاروں ترجیح دی جاتی ہے۔

تانبے کی تاروں میں ایک اور مسئلہ بھی ہوتا ہے۔ ان میں signal attenuation کی وجہ سے ڈیٹا زیادہ دور نہیں جا پاتا اور اسگنل دور دراز کے علاقوں میں بھیجنا ہو تو جگہ جگہ سگنل کو دوبارہ ایمپلی فائی کرنا پڑتا ہے جسے سگنل کو بوسٹ کرنا کہا جاتا ہے۔ اس کے برعکس آپٹیکل کیبل میں روشنی کی پلسز سینکڑوں کلومیٹر تک بھی جائیں تو ان کی کوالٹی میں زیادہ فرق نہیں پڑتا۔ اس کے علاوہ تانبے کی تار الیکٹرکل noise سے زیادہ متاثر ہوتی ہے جس سے اس کی سگنل ٹرانسفر کرنے کی قابلیت کم ہو جاتی ہے۔ جب کہ فائبر آپٹک کیبل کو الیکٹریکل نوائز سے کوئی فرق نہیں پڑتا۔ اگر ایک موٹی کیبل میں تانبے کی بہت سی الگ الگ تاریں ہوں جن میں الگ الگ سگنل بھیجے جا رہے ہوں تو ایک تار کے سگنلز سے پیدا ہونے والا الیکٹرو میگنیٹک فیلڈ دوسری تار میں موجود سگنل کو ڈسٹرب کر سکتا ہے۔ لیکن بہت سی فائبر آپٹک تاروں کو اکٹھا کر کے ایک موٹی کیبل بنائی جائے تو بھی ایک تار میں بھیجا جانے والا سگنل دوسری تار کے سگنل کو بالکل متاثر نہیں کرتا۔

لیکن فائبر آپٹک کیبل تانبے کی تاروں کی نسبت زیادہ مہنگی ہوتی ہے۔ اس لیے فائبر آپٹک کیبل کو صرف اسی صورت میں استعمال کیا جاتا ہے جب بہت زیادہ ڈیٹا ٹرانسمٹ نا مقصود ہو یعنی بہت زیادہ بینڈوڈ درکار ہو۔ مثال کے طور پر دس گیگا بٹ

ایتھرنیٹ کی ایک تار سے ایک سیکنڈ میں دس ارب ڈیجیٹل بٹ فی سیکنڈ ٹرانسمٹ کیے جاسکتے ہیں جو ہائی ریزولوشن ہائی فریم ریٹ ویڈیو بھیجنے کے لیے ضروری ہے۔ ایسے ویڈیو بھیجنے میں فی سیکنڈ اتنا زیادہ ڈیٹا ٹرانسمٹ کرنا ہوتا ہے کہ تانبے کی تار پر اس قدر ڈیٹا بھیجنا ممکن نہیں ہے۔ اگر ہائی ریزولوشن ویڈیو تانبے کی تار پر بھیجنے کی کوشش کی جائے تو کم بینڈوڈتھ کی وجہ سے ویڈیو کا فریم ریٹ بہت کم ہو جاتا ہے جس سے تصویر رک رک کر تبدیل ہوتی محسوس ہوتی ہے جس سے ہائی ریزولوشن ویڈیو کا تمام لطف ختم ہو جاتا ہے۔

اوریجنل ویڈیو کا لنک:

https://www.facebook.com/watch/?v=1316586672608606

اپالو کے لینڈرز چاند پر نظر کیوں نہیں آتے؟

جب آپ چاند کی طرف دیکھتے ہیں تو یہ ذہن میں رکھیے کہ چاند پر کہیں نہ کہیں اپالو 11، 12، 14، 15، 16 اور 17 کے باقیات موجود ہیں۔ اس کے علاوہ چاند پر آٹھ روسی مشن اور اپالو پروگرام سے پہلے امریکہ کے پانچ مشن گئے تھے جن میں کوئی خلاباز موجود نہیں تھا۔ ان سب کے باقیات بھی چاند پر موجود ہیں اور خاموشی سے ہمیں تک رہے ہیں۔

توہم ان باقیات کو زمین سے کیوں دیکھ نہیں پاتے؟ ہم ا دوربینوں سے ان پر فوکس کیوں نہیں کرسکتے اور انہیں ان جگہوں پر کیوں نہیں دیکھ سکتے جہاں ہم نے ان باقیات کو چھوڑا تھا۔ مسئلہ یہ ہے کہ چاند زمین سے 384 ہزار کلو میٹر دور ہے جبکہ خلائی جہازوں کے باقیات اور سائنسی آلات کی جسامت محض چند میٹر ہے۔ یہ سمجھنے کے لیے کہ اتنی چھوٹی چیزیں اتنی دور سے دیکھنا کتنا مشکل ہے تصور کیجیے کہ اگر ایک سکے کو ایک ہزار میل دور سے دیکھنے کی کوشش کی جائے یعنی نیویارک میں کسی بلند مینار پر ایک سکہ ہو اور اسے فلوریڈا سے دیکھا جائے تو یہ کتنا مشکل کام ہوگا اور اس کام کے لیے کتنی بڑی دوربین کی ضرورت ہوگی۔

ایک دوربین جو بظاہر یہ کام کرسکتی ہے ہبل سپیس ٹیلی سکوپ ہے۔ آخر اگر یہ اربوں نوری سال دور موجود کہکشائیں دیکھ سکتی ہے تو چاند پر موجود باقیات کو تو یہ آ نی سے دیکھ لے گی۔ ہے نا؟ لیکن یہ اتنا آسان نہیں ہے۔ یہ درست ہے کہ ہبل دوربین کو اسی لیے ایجاد کیا گیا تھا کہ یہ اربوں نوری سال دور بہت مدہم اجسام کو دیکھ سکے لیکن یہ اجسام کہکشاؤں کے جھرمٹ ہیں جو کھربوں میل بڑے ہیں۔ ا چھوٹی چھوٹی نزدیکی ا دیکھنے کے لیے ڈیزائن نہیں کیا گیا تھا۔

یعنی یہاں مسئلہ دوربین کی resolution کا ہے اور یہ resolution کی پابندی فزکس کے بنیادی قوانین کی وجہ سے ہے۔ اس ریزو شن سے تصویر کی بنیادی اکائی یعنی پکسل کا تعین ہوتا ہے۔ تصویر کی ریزولوشن جتنی زیادہ ہوگی اتنی ہی تصویر میں زیادہ تفصیل یعنی detail دیکھی جاسکے گی۔ کسی دوربین کا شیشہ جتنا بڑا ہوگا اتنی ہی اس کی magnification زیادہ ہوگی اتنے دور کے اجسام دیک دکھائی دیں گے اور دوربین سے بنائی گئی تصویروں میں اتنی ہی زیادہ تفصیل دیکھی جاسکے گی۔ اس کے علاوہ magnification کا تعلق روشنی کی لہروں کے طولِ موج سے بھی ہے۔ روشنی کی لہروں کا طولِ موج جتنا کم ہوگا تصویر کی ریزولوشن اتنی ہی زیادہ ہوگی۔ جیسے جیسے ہم الٹراوائلٹ سے سرخ اور پھر انفراریڈ روشنی کی طرف جاتے ہیں روشنی کا طولِ موج بڑھتا جاتا ہے اور دوربین کی ریزولوشن کم ہوتی جاتی ہے۔

ہبل دوربین کے شیشے کا قطر 2.4 میٹر ہے جو کی سپیس شٹل کے کارگو bay کی انتہائی capacity کے برابر ہے یعنی اس سے بڑے شیشے کی دوربین سپیس شٹل کے ذریعے سپیس میں نہیں چھوڑی جاسکتی تھی۔ الٹراوائلٹ روشنی کو استعمال کرتے

ہوئے چاند کے مشاہدے کے دوران ہبل دوربین کے ایک پکسل کی ریزولوشن 43 میٹر ہے یعنی چاند کی سطح پر موجود 43 میٹر سے کم جسامت کی شے کی تصویر ہبل دوربین سے نہیں بنائی جاسکتی کیونکہ اس شے کی شبیہہ ہبل دوربین کے ایک ہی پکسل میں سما جائے گی لیکن کسی بھی شے کی تصویر دیکھنے کے لیے اس کی شبیہہ کو کم از کم دو پکسل کی ضرورت ہوتی ہے۔ نظر آنے والی روشنی یعنی visible light سے بنی تصویر کی ریزولوشن تو اور بھی کم ہوتی ہے اور ایک پکسل کی ریزولوشن کم ہو کر 90 میٹر رہ جاتی ہے یعنی 90 میٹر سے کم جسامت کی چیز کی شبیہہ اس دوربین سے نہیں بنائی جاسکتی۔ چاند کی سطح پر چند میٹر جسامت کی شے کی تصویر بنانے کے لیے یا تو ہبل دوربین کے شیشے کو بہت بڑا ہونا چاہیے یا اسے چاند کے بہت نزدیک ہونا چاہیے۔

اگر ہم زمینی دوربینوں کی بات کریں تو آج کل سب سے بڑی دوربین GTC ہے جو کہ کینیری جزیرے پر نصب ہے۔ اس کے شیشے کا قطر 10.4 میٹر ہے۔ اس کی ریزولوشن کچھ بہتر ہے اور یہ چاند پر موجود کسی شے کی تصویر بناتے وقت تقریباً بیس میٹر بڑی شے کی شبیہہ ایک پکسل پر بنائے گی۔ اس ریزولوشن سے بھی اپالو کے lander کی تصویر نہیں بنائی جاسکتی جو کہ صرف 4 میٹر بڑا ہے۔ زمین سے اپالو کے باقیات کے لیے کسی بھی دوربین کے شیشے کی جسامت GTC دوربین کے شیشے سے کم از کم دس گنا زیادہ ہونی چاہیے اور اسے کم از کم 100 میٹر قطر کا ہونا چاہیے۔ اتنے بڑے شیشے کی کوئی دوربین اس وقت موجود نہیں ہے۔ 100 میٹر قطر کے شیشے وا دوربین سے بھی ہمیں فقط ایک پکسل پر 2 میٹر کی ریزولوشن ملے گی چنانچہ اپالو کے باقیات عام روشنی میں صرف 2 پکسل پر شبیہہ بنائیں گے اور الٹراوائلٹ شعاعوں کے استعمال سے صرف 4 پکسل پر۔ اتنی چھوٹی شبیہہ سے کو تفصیل دیکھنا ناممکن ہو گا۔

یہ وہ بنیادی حد ہے جس کی وجہ سے زمین سے چاند پر موجود خلائی جہازوں کے باقیات نہیں دیکھے جاسکتے۔ اصولاً ایسا ممکن کہ بہت سی دوربینوں کو ساتھ ملا کر ان کی مجموعی ریزولوشن کو بڑھایا جاسکے۔ ابھی تک ایسا نہیں کیا گیا کیونکہ بہت سے سائنس دان ان دوربینوں سے دوسرے مشاہدات کرنے کے لیے پنی باری کا انتظار کر رہے ہیں اور ان دوربینوں کا وقت بہت قیمتی ہے۔ چنانچہ جن اشیا کے وجود کے بارے میں سائنس دان جانتے ہیں انہیں صرف اس و سے دیکھنا کہ کچھ لوگ ان اشیا پر یقین نہیں رکھتے ان دوربینوں کا وقت برباد کرنے کے مترادف ہو گا۔ اس کے بجائے ہمیں یہ چاہیے کہ ہم چاند کے گرد مدار میں اس طرح کا کیمرہ بھیجیں جیسا کہ گوگل ارتھ زمین کی تصویریں لینے کے لیے استعمال کرتا ہے۔

سنہ 2009 میں ایک ایسا ہی کیمرہ چاند کے گرد مدار میں بھیجا گیا۔ اس کا نام lunar reconnaissance orbiter ہے اور اسے چاند کی سطح کی تصویریں بنانے اور سروے کرنے کے لیے بھیجا گیا تھا۔ یہ چاند کی سطح سے 12 میل سے سو میل کی

دوری پر رہتا ہے۔ اگرچہ اس کا کیمرہ بہت چھوٹا ہے لیکن پھر بھی جب اس کا فاصلہ چاند سے بہت کم ہوتا ہے تو اس کے کیمروں کی ریزولوشن صرف 50 سینٹی میٹر فی پکسل ہوتی ہے۔ چنانچہ اب تاریخ میں پہلی مرتبہ اپالو پروگرام کی تمام سائٹس اور دوسرے لینڈرز کے مقامات کی واضح تصاویر بنائی جاسکتی ہیں۔ ان تصویروں میں نہ صرف یہ باقیات دیکھی جاسکتی ہیں بلکہ خلابازوں کے قدموں کے نشانات اور چاند پر چلنے والی گاڑیوں کے پہیوں کے نشانات بھی واضح طور پر نظر آتے ہیں۔ اس کے علاوہ چالیس سال پہلے چھوڑے گئے سائنسی آلات بھی دیکھے جاسکتے ہیں۔ یہاں تک کہ سورج کی حرکات کی وجہ سے مختلف سائز کے امریکی جھنڈوں کے گھٹتے بڑھتے سائے بھی صاف نظر آتے ہیں۔ ان کیمروں سے ان جھنڈوں کو تو نہیں دیکھا جاسکتا کیونکہ وہ عمودی رخ پر ہیں، ان کی موٹائی ایک انچ سے بھی کم ہے اور کیمرہ انہیں عین اوپر سے دیکھ رہا ہے۔

تو اب ہمارے پاس اپالو لینڈرز کے چاند پر اترنے کے تصویری ثبوت میسر آچکے ہیں۔ لیکن وہ لوگ جو ناسا کو ہی جھوٹا سمجھتے ہیں اور ناسا کی کسی بات پر بھی یقین نہیں رکھتے وہ ان تصویروں بھی جھوٹا کہیں گے یا پھر یہ دعویٰ کریں گے کہ یہ اشیا کسی غیر ارضی مخلوق نے چاند پر چھوڑی ہیں۔ یا پھر یہ کہ چاند صرف ایک دھوکہ ہے اور زمین چپٹی ہے۔

ویڈیو لنک:

https://www.youtube.com/watch?v=QkaNqud_VxU

ناسا وائجر 1 اور وائجر 2 کی رفتار اور فاصلہ کیسے معلوم کرتا ہے؟

وائجر اور اس قسم کے دوسرے خلائی جہازوں کو ریڈیو نیویگیشن (radio navigation) کے ذریعے کنٹرول کیا جاتا ہے۔ جن ریڈیو سگنلز کے ذریعے ہم خلائی جہازوں کو احکامات بھیجتے ہیں انہی سگنلز کو استعمال کر کے ہم خلائی جہازوں کی پوزیشن اور زمین کے ریفرنس سے ان کی رفتار بھی معلوم کرتے ہیں۔

جہاز کی پوز دریافت کرنے کے لیے Doppler navigation کا استعمال ہوتا ہے۔ زمین سے اس خلائی جہاز کی طرف ایک برقی مقناطیسی سگنل بھیجا جاتا ہے جس کی فریکونسی انتہائی precisely کنٹرول کی جاتی ہے۔ خلائی جہاز اس سگنل کو بنا کسی تبدیلی کے واپس زمینی اسٹیشن کی طرف نشر کرتا ہے۔ زمین پر وصول ہونے والے اس سگنل کی فریکونسی کو بہت احتیاط کے ساتھ ناپا جاتا ہے۔ Doppler effect کی وجہ سے اس موصول شدہ سگنل کی فریکونسی میں کچھ کمی آ جاتی ہے۔ یہ کمی خلائی جہاز کی رفتار پر منحصر ہوتی ہے جس سے جہاز کی رفتار بہت accuracy کے ساتھ معلوم کی جا سکتی ہے۔

خلائی جہاز کی پوزیشن ناپنے کا ایک اور طریقہ ranging کہلاتا ہے۔ اس طریقے میں جہاز کی طرف بھیجے گئے برقی مقناطیسی سگنل کو ایک خاص طریقے سے modulate کیا جاتا ہے یعنی اسے گھٹایا اور بڑھایا جاتا ہے۔ خلائی جہاز اس سگنل کو بنا کسی تبدیلی کے واپس زمین کی طرف نشر کرتا ہے۔ اس modulation کی وجہ سے ہم یہ جان سکتے ہیں کہ زمین پر موصول ہونے وا سگنل کتنی دیر پہلے زمین سے خلائی جہاز کی طرف بھیجا گیا تھا۔ چونکہ خلا میں روشنی کی رفتار ہمیں معلوم ہے اس لیے اس سگنل سے ہم جہاز کا زمین سے فاصلہ معلوم کر سکتے ہیں۔

اگرچہ جہاز سے موصول ہونے والے سگنل کی فریکونسی اور سگنل کے واپس زمین پر پہنچنے کے وقت پر بہت سے عوامل اثر انداز ہوتے ہیں لیکن ان میں سب سے نمایاں اثر جہاز کی رفتار اور اس کے زمین سے فاصلے کا ہوتا ہے۔ جہاز کی حرکات بنیادی طور پر حرکت کے میکانی اصولوں کے تابع ہوتی ہیں۔ اس جہاز پر راکٹ کی تھرسٹ کے علاوہ سورج اور زمین کی کششِ ثقل، سورج کے شمسی جھکڑ یعنی سولر ونڈ، جہاز سے حادثاتی طور پر خارج ہونے والے ایندھن اور سمت کنٹرول کرنے والے steering rock-ets کی فائرنگ بھی اثر انداز ہوتی ہے۔ زمین بھی ساکن نہیں ہے اور سورج کے گرد مداری حرکت میں ہے اور اپنے محور کے گرد بھی گھوم رہی ہے۔ اس کے علاوہ زمین میں اور بھی کئی قسم کی حرکات پائی جاتی ہیں۔ برقی مقناطیسی سگنل اپنے سفر کے دوران زمین کے کرہِ ہوائی یا شمسی جھکڑوں میں موجود چارج پارٹیکلز اور ہوا موجود پانی کے مالیکیولز سے ٹکراتا ہے جس سے اس سگنل میں کچھ تبدیلی آ جاتی ہے۔ اس کے علاوہ اس سگنل کو زمین اور سورج کی کششِ ثقل بھی متاثر کرتی ہے۔

اس تمام ڈیٹا اور انفارمیشن کو کمپیوٹرز میں فیڈ کیا جاتا ہے جہاں پیچیدہ الگورتھم اس ڈیٹا کو پراسس کرتے ہیں اور خلائی جہاز کی سہ جہتی حرکات کو ماڈل کرتے ہیں۔ اس ماڈل میں مختلف اجسام کی کششِ ثقل کے اثر سمیت ان تمام عوامل کا اثر بھی شامل ہوتا ہے جن کا اوپر ذکر کیا گیا۔ یہ سافٹ ویئر برقی مقناطیسی سگنل کی رفتار اور مختلف عوامل سے اس میں ہونی والی تبدیلیوں بھی مدِ نظر رکھتی ہے۔

اس سافٹ ویئر میں بہت سے پیرامیٹرز ہوتے ہیں جن میں سے کچھ ہمیں پہلے سے معلوم ہوتے ہیں جبکہ کچھ پیرامیٹرز یہ سافٹ ویئر موصول ہونے والے ڈیٹا سے کیلکولیٹ کرتی ہے۔ ان پیرامیٹرز کی ابتدائی قیمتوں کو اندازے سے فرض کر لیا جاتا ہے اور ان اندازوں سے مختلف کیلکولیشنز کر کے نتائج نکالے جاتے ہیں۔ ان نتائج کا موازنہ پیمائش شدہ ڈیٹا سے کیا جاتا ہے۔ اس طرح کیلکولیٹ شدہ اور پیمائش شدہ ڈیٹا میں فرق کو غلطی یا error کہا جاتا ہے اور اس error کی مقدار سے ان پیرامیٹرز کا اندازہ بہتر کیا جاتا ہے۔ اس طرح کی کیلکولیشنز کو بار بار کرنے سے اس error کو کم سے کم کر کے ان پیرامیٹرز کو بہتر سے بہتر بنایا جاسکتا ہے۔ اگرچہ اس error کو کبھی صفر نہیں کیا جاسکتا لیکن بار بار کیلکولیشنز سے ہم ان پیرامیٹرز کی وہ قیمتیں دریافت کرسکتے ہیں جن کو استعمال کرنے سے یہ error کم سے کم ہو جاتی ہے۔ ان پیرامیٹرز میں خلائی جہاز کی پوزیشن اور رفتار کے علاوہ مختلف فلکی اجسام کے ثقلی اسراع کی مقدار بھی شامل ہے۔ دوسرے الفاظ میں خلائی جہاز اور اس کی پوزیشن دریافت کرنے والے سگنلز کو استعمال کر کے ہم مختلف سیاروں کی کمیت اور دوسری خصوصیات بھی اخذ کرسکتے ہیں۔

یہ سافٹ ویئر صرف چند مخصوص حالات میں ہی استعمال نہیں ہوتی بلکہ جب تک خلائی جہاز کام کرتا رہتا ہے تب تک یہ سافٹ ویئر بھی مسلسل کام کرتی رہتی ہے اور ان پیرامیٹرز کا بہتر سے بہتر اندازہ لگانے میں جٹی رہتی ہے۔ خاص طور پر جب خلائی جہاز کسی سیارے کے پاس پہنچ رہا ہو یا کسی وجہ سے اس کا راستہ تبدیل کرنا مقصود ہو اس وقت اس سافٹ ویئر کے نتائج پر خصوصی جہ دی جاتی ہے کیونکہ سیارے نزدیک ایک معمولی سی غلطی سے بھی خلائی جہاز کی سمت تبدیل ہو سکتی ہے اور جہاز سیارے پر گر کر تباہ ہو سکتا ہے۔

اس طرح کی نیویگیشن سکیم کی درستگی تین چیزوں پر مشتمل ہوتی ہے۔ نظامِ شمسی سے متعلق ہمارا علم (جس میں کششِ ثقل کے اسراع کی مقدار اور شمسی جھکڑوں میں موجود چارجڈ پارٹیکلز کی مقدار شامل ہیں)، برقی مقناطیس سگنل جنریٹر کی فریکونسی stability (یعنی اس کی مطلوبہ فریکونسی میں زیادہ سے زیادہ کتنی کمی بیشی ہو سکتی ہے) اور ہماری خلا کی خصوصیات کی سمجھ۔ ہمارا ان عوامل کا علم اب اتنا ہو چکا ہے کہ اس پراسیس سے انتہائی precise پیمائش ممکن ہے۔ اصولاً ہم کروڑوں میل دور خلائی جہاز

کی پوزیشن چند میٹر کی accuracy کے ساتھ معلوم کر سکتے ہیں۔ یہ الگورتھم اتنی precise پیش گوئیاں کرتے ہیں کہ 64 بٹ فلوٹنگ پوائنٹ ارتھمیٹک (floating point arithmetic) بھی کافی نہیں رہا۔ مثال کے طور پر سورج کا زمین سے فاصلہ کھربوں میٹر کا ہے جسے فلوٹنگ پوائنٹ میں ظاہر کرنے کے لیے اگر 64 بٹ ارتھمیٹک استعمال کیا جائے تو اس کی ایکوریسی اتنی کم ہو جاتی ہے کہ ایسی کیلکولیشنز سے ہم محض فاصلوں کے اندازے ہی لگا سکتے ہیں۔ خلائی جہاز کو کنٹرول کرنے کے لیے یہ ایکوریسی ناکافی ہے۔

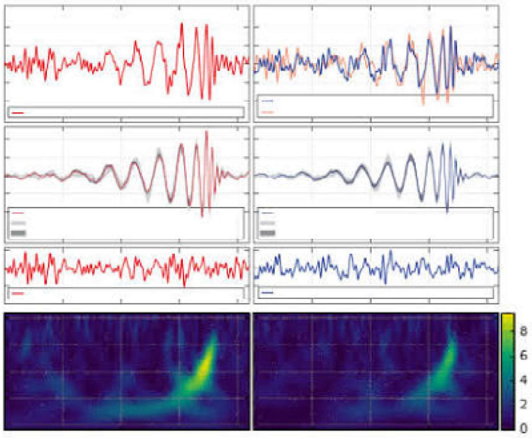
اوریجنل آرٹیکل کا لنک:

https://www.quora.com/How-does-NASA-acquire-with-precision-and-accuracy-the-recession-speeds-of-Voyagers-1-and-2-What-variables-are-involved-in-the-equations-of-the-computer-algorithm

خلا سے آنے والا نامعلوم سگنل (GW1509143)

14 ستمبر 2015 میں LIGO کے دونوں ڈیٹیکٹرز نے (جن میں سے ایک Washington State میں Hanford شہر میں اور دوسرا Louisiana State میں Livingston شہر میں واقع ہے) 9 بج کر 50 منٹ اور 45 سیکنڈ پر کششِ ثقل کی لہر کا سگنل دریافت کیا۔ یہ سگنل غالباً نصف کرہِ جنوبی کے آسمان سے Magellanic بادلوں کی طرف سے آیا لیکن اس کا منبع ان بادلوں سے بہت زیادہ دور تھا۔ اس وقت اگرچہ یہ ڈیٹیکٹرز پوری طرح کام کر رہے تھے لیکن انہوں نے باضابطہ طور پر ریسرچ کا کام شروع نہیں کیا تھا کیونکہ ابھی ان کی جانچ پڑتال کی جارہی تھی اور ان کے کام کا باقاعدہ آغاز تین دن بعد یعنی 18 ستمبر کو ہونا قرار پایا تھا۔ چنانچہ اس سگنل کی صحت کے بارے میں بہت سے سوالات اٹھائے گئے تھے کہ کیا یہ واقعی خلا سے موصول ہونے والا سگنل ہے یا یہ ایک مصنوعی سگنل تھا جسے ڈیٹیکٹرز کی جانچ پڑتال کے لیے استعمال کیا گیا۔ اس بارے میں حتمی فیصلہ یہ تھا کہ یہ مصنوعی سگنل نہیں تھا۔

یہ سگنل تقریباً 0.2 سیکنڈ سے زیادہ دیر تک موجود رہا اور اس عرصے میں نہ صرف اس کے amplitude (یعنی قوت) میں اضافہ ہوا بلکہ اس سگنل کی فریکونسی 35 ہرٹز سے 150 ہرٹز ہوگئی (اس سگنل کو پرندوں کے چہچہانے سے تشبیہہ دی گئی ہے اور اس دریافت کے اعلان کے بعد دنیا بھر میں astrophysicists سوشل میڈیا پر اس سگنل کی نقل اتارتے رہے)



اس سگنل کے موصول ہونے کے تین منٹ کے اندر اندر ایک تیز رفتار ایلگورِدم ((algorithm استعمال کر کے اس سگنل کی پہچان کر لی گئی۔ یہ ایلگورِدم ڈیٹیکٹر سے اکٹھا کیے گئے ڈیٹا کا فوراً تجزیہ کر کے مطلوبہ سگنل موجود ہونے یا نہ ہونے کی خبر دے دیتا ہے۔ جس pipeline سے یہ سگنل ڈیٹیکٹ کیا گیا اسے LIGO/Virgo کی ٹیم میں موجود ایک گروپ نے بنایا جسے

coherent wave burst analysis group کا نام دیا گیا۔ اس خودکار دریافت کے فوراً بعد اس گروپ نے بہت سی ای میلز کا تبادلہ کیا جن کی رو سے یہ ثابت ہوا کہ اس وقت کوئی مصنوعی سگنل استعمال نہیں ہو رہا تھا اور ڈیٹیکٹرز کا پیدا کردہ ڈیٹا درست ہے۔ اس کے بعد تمام ساتھی اداروں کو یہ خبر کر دی گئی کہ ایک سگنل ڈیٹیکٹ کیا جا چکا ہے۔

بعد میں اس سگنل کا تفصیلی تجزیہ کیا گیا اور 12 ستمبر سے 20 اکتوبر 2015 تک کے ڈیٹا کا جائزہ لیا گیا جس سے یہ ثابت ہوا سائنس دان 99.99994% وثوق سے یہ بات کہہ سکتے ہیں کہ GW150914 ایک حقیقی آفاقی واقعہ تھا۔ ان لہروں کو Livingston کے ڈیٹیکٹر میں Hanford کے ڈیٹیکٹر کی نسبت .0070 سیکنڈ پہلے دریافت کیا گیا جو کہ ان دو شہروں کے درمیان روشنی کی رفتار سے سفر کرنے کا دورانیہ ہے۔ یہ لہریں ایک ارب سال سے خلا میں روشنی کی رفتار سے سفر کر رہی تھیں۔

اس واقعہ کے وقت اتفاق سے اٹلی میں پیسا کے مقام پر نصب Virgo gravitational wave detector مرمت اور اپ گریڈ کے لیے بند تھا۔ اگر یہ ڈیٹیکٹر کام کر رہا ہوتا تو یہ بھی یقیناً اس سگنل کو ڈیٹیکٹ کرتا جس کی وجہ سے اس سگنل کے منبع کی شناخت آسان ہو جاتی۔ جرمنی کے شہر Hannover میں نصب GEO600 نامی ڈیٹیکٹر اس وقت کام کر رہا تھا لیکن اس کی sensitivity اتنی نہیں تھی کہ اتنا خفیف سگنل ڈیٹیکٹ کر سکے چنانچہ ان دونوں میں سے کوئی ڈیٹیکٹر بھی LIGO کے دریافت شدہ سگنل کی تصدیق نہیں کر پایا۔

اس سگنل کا منبع

اس سگنل کی قوت یعنی amplitude کے تجزیہ سے اندازہ لگایا گیا ہے کہ یہ واقعہ تقریباً 410 میگا پارسیک یعنی تقریباً 1.3 ارب نوری سال فاصلے پر پیش آیا جس کی ریڈ شفٹ تقریباً 0.09 ہے۔ اس ضمن میں سائنس دانوں کو 90% یقین ہے۔ اس سگنل کے تجزیہ اور ر شفٹ سے یہ کہا جا سکتا ہے کہ یہ دو ایسے بلیک ہولز کے ٹکرانے سے پیش آیا جن کی کمیت سورج سے بالترتیب 36 اور 29 گنا زیادہ تھی۔ ٹکرانے کے بعد نئے بلیک ہول کی کمیت سورج سے 62 گنا زیادہ تھی۔ اس ٹکراؤ کی وجہ سے سورج کی کمیت سے تین گنا زیادہ مادہ کششِ ثقل کی لہروں کی توانائی میں تبدیل ہو گیا۔

دونوں بلیک ہولز کے ضم ہونے کے آخری 20 ملی سیکنڈ کے دوران کششِ ثقل کی لہروں کی صورت میں خارج ہونے والی توانائی 3.6×10^49 واٹس تھی جو کہ قابلِ مشاہدہ کائنات میں موجود تمام ستاروں کی مجموعی روشنی کی توانائی سے 50 گنا زیادہ تھی۔

بلیک ہولز کے ضم ہونے کے آخری 0.2 سیکنڈ کے سگنل میں بلیک ہولز کی رفتار روشنی کی رفتار کے 30% سے بڑھ کر

روشنی کی رفتار کے 60٪ تک پہنچ گئی۔ ضم ہونے سے پہلے یہ ایک دوسرے کے گرد ایک سیکنڈ میں 75 دفعہ گرش کر رہے تھے (جیسا کہ کششِ ثقل کہ لہروں کی فریکونسی سے ظاہر ہے) جس کا مطلب یہ ہوا کہ ضم ہونے سے پہلے کی گردش کے دوران دونوں بلیک ہولز ایک دوسرے سے صرف 350 کلومیٹر کے فاصلے پر تھے۔ ان گردش کی فریکونسی اور انتہائی تیز رفتار کی وجہ سے ان بلیک ہولز کی کمیت اور ان کا آپسی فاصلہ معلوم کرنا نسبتاً آسان ہے۔ دونوں اجسام یقیناً بلیک ہولز ہی ہیں کیونکہ اگر یہ بلیک ہول کے برعکس کوئی عمومی ستارے ہوتے تو اس کمیت کے ستاروں کا حجم بہت زیادہ ہونا چاہیئے تھا اور انہیں بہت پہلے ہی ضم ہو جانا چاہیے تھا۔ صرف بلیک ہول ہی ایسے اجسام ہیں جن کی کمیت بہت زیادہ لیکن جسامت انتہائی کم ہوتی ہے اس لیے وہ ایک دوسرے کے اتنا نزدیک آنے کے باوجود ا دوسرے کے گرد اتنی تیزی سے گردش کر پاتے ہیں اور اتنی زیادہ رفتار اپنا پاتے ہیں۔ یہ نیوٹران ستارے نہیں ہوسکتے تھے کیونکہ نیوٹران ستاروں کی زیادہ سے زیادہ کمیت سورج کی کمیت سے دو گنا یا تین گنا زیادہ ہی ہو سکتی ہے اس سے زیادہ نہیں۔ دو نیوٹران ستاروں کے ضم ہونے کے دوران نہ تو اتنی رفتار ممکن ہے اور نہ ہی ضم ہونے کے بعد نئے جسم کی کمیت اتنی زیادہ ہو سکتی ہے جتنی اس سگنل کے منبع کی ہے۔ اگر ایک نیوٹران ستارہ اور ایک بلیک ہول ضم ہوئے ہوں تو ان کی گردش کی رفتار بہت کم ہو گی۔

اس سگنل کی لہروں کے خاتمے کا انداز بھی وہی تھا جو طبیعات کے نظریات کے مطابق ضم ہونے کے بعد بننے والے بلیک ہول سے پیدا شدہ لہروں کا ہونا چاہیے۔ اگرچہ اس گردش اور ضم ہونے کی حرکات کو نیوٹن کے قوانین کے تحت (یعنی نظریہ اضافت کی جگہ نیوٹن کے قوانین کو استعمال کرتے ہوئے) بھی معلوم کیا جاسکتا ہے لیکن انتہائی طاقتور کششِ ثقل کے فیلڈز کے آپس میں ضم ہونے کی سٹیج کی کیلکولیشنز کو صرف بڑے پیمانے پر numerical relativity کی simulations کے ذریعے ہی کیا جاسکتا ہے۔

ضم ہونے کے بعد بننے والے بلیک ہول کے بارے میں خیال کیا جاتا ہے کہ یہ تیزی سے گھومتا ہوا Kerr قسم کا بلیک ہول ہے جس کے گھومنے کا parameter 0.67 ہے۔ یعنی اس کمیت کے جسم کے زیادہ سے زیادہ ممکن angular momen-tum کا دو تہائی۔

آسمان میں اس واقعہ کا مقام

کششِ ثقل کی لہروں کو ڈیٹیکٹ کرنے والے آلات تمام آسمان کا مشاہدہ کرتے ہیں لیکن یہ بتلانے سے قاصر ہیں کہ یہ سگنل کس مخصوص جگہ سے آرہے ہیں۔ اس جگہ کا تعین کرنے کے لیے اس قسم کے بہت سے آلات کی ضرورت ہے تاکہ ان کے

مجموعی سگنل سے triangulation کی تکنیک استعمال کر کے جگہ کی تخصیص کی جا سکے۔ چونکہ اس واقعہ کی پیمائش کے دوران صرف دو LIGO آلات پیمائش کرنے کے قابل تھے اس لیے GW150914 کے منبع کے مقام کی تخصیص ممکن نہیں۔ زیادہ سے زیادہ آسمان کے ایک بڑے حصے کی تخصیص کی جا سکتی ہے۔ دونوں آلات میں سگنل کی آمد کے وقت کے فرق (جو کہ 6.9 ملی سیکنڈ تھا) اور سگنل کی قوت اور phase کے فرق کے تجزیے سے یہ نتیجہ نکالا گیا کہ یہ واقعہ کرہِ آسمانی جنوبی کے 140 ڈگری (مربع) اور 590 ڈگری (مربع) کے علاقے میں پیش آیا۔

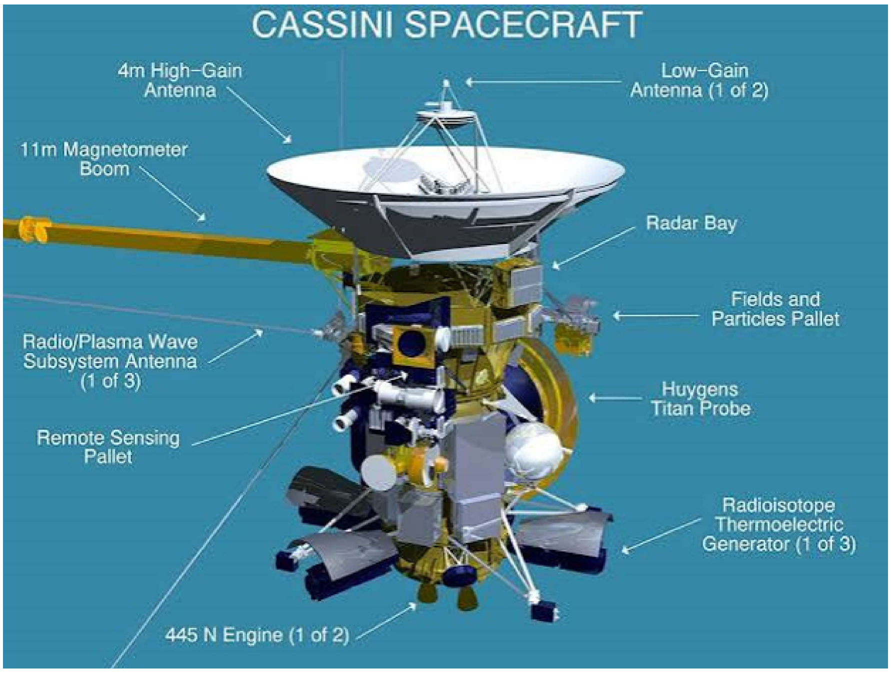
مزید مشاہدات

اس واقعہ کے مقام کا اندازہ لگانے کے بعد اس علاقے کا مزید تجزیہ کرنے کے لیے ریڈیو، بصری، انفراریڈ، ایکس رے، اور گاما ریز کی فریکونسیز کا مشاہدہ کیا گیا اور ساتھ ہی ساتھ اس علاقے سے آنے والے نیوٹرینوز کا مشاہدہ بھی کیا گیا۔ نیوٹرینوز کی تلاش کے لیے ANTARES نامی دوربین اور IceCube Neutrino Observatory کو استعمال کیا گیا۔ ANTARES دوربین نے اس واقعہ کے 500 سیکنڈ پہلے یا 500 سیکنڈ بعد تک کوئی نیوٹرینو نہیں پایا جبکہ IceCube Observatory میں اس دوران تین نیوٹرینو دریافت کیے جن میں سے ایک جنوبی آسمان سے اور دو شمالی آسمان سے آئے تھے۔ اتنے کم نیوٹرینوں کی دریافت کوئی غیر معمولی بات نہیں۔ ان میں سے کوئی بھی نیوٹرینو 90٪ اعتماد کے ساتھ اس واقعہ کے ساتھ منسلک نہیں کیا جا سکتا۔ اگرچہ اس وا سے منسلک کوئی نیوٹرینو دریافت نہیں ہوا لیکن اس سے آئندہ ہونے والے واقعات کے لیے نیوٹرینو کی تعداد کے بارے میں ایک اندازہ قائم کرنے میں ضرور مدد مل گئی۔

اس وا کے دو دن بعد سوفٹ گاما رے برسٹ مشن (Swift Gamma-Ray Burst Mission) کے مشاہدات کے مطابق آس پاس کی کہکشاؤں میں کوئی نیا ایکس رے، بصری یا الٹراوا منبع دریافت نہیں ہوا۔

کیسینی کی آنکھ

کیسینی ناسا کے کامیاب ترین مشنز میں سے ایک ہے۔ اسے زحل سیارے اور زحل کے چاندوں پر تحقیق کے لیے 1997 میں روانہ کیا گیا تھا۔ یہ خلائی جہاز جسکا وزن سات ہزار کلو گرام کے لگ بھگ تھا، سیدھا زحل کی طرف نہیں گیا کیونکہ ایسا کرنے کے لیے بہت زیادہ ایندھن درکار ہوتا۔ اس کی رفتار بڑھانے کے لیے زہرا کشش ثقل کا سہارا لیا گیا جسے gravity assits کہا جاتا ہے۔ چنانچہ 1998 اور 1999 میں یہ خلائی جہاز زہرہ کے گرد چکر لگاتا رہا جسے فلائی بائی (Flyby) کہا جاتا ہے۔ ان چکروں کی بدولت کیسینی نے زہرہ سے بہت سا مومینٹم حاصل کیا۔ زہرہ چونکہ سورج کے قریب ہے اس لیے انتہائی تیزی سے سورج کے دگھومتا ہے اور اس کی مداروی حرکت کی رفتار 35 کلومیٹر فی سیکنڈ ہے۔ اس طرح کیسینی کی رفتار اتنی بڑھ گئی کہ یہ ایسٹرائڈ بیلٹ کراس کر کے زحل کی طرف جانے کے قابل ہو سکا۔ اس دوران سنہ 2000 میں یہ خلائی جہاز زمین کے پاس سے گذرا اور دسمبر 2000 میں مشتری کے پاس پہنچ گیا۔



مشتری کے پاس سے گذرتے ہوئے کیسینی نے مشتری کی 26000 سے زیادہ ہائی ریزولوشن تصاویر بنائیں۔ اس کے علاوہ مشتری کے چاند آئیو (Io) کا بھی تفصیلی جائزہ لیا۔ آئیو نظام شمسی کا سب سے منفرد چاند ہے کیونکہ آتش فشانی کا جس قدر عمل اس چاند پر ہوتا ہے اتنی آتش فشانی نظام شمسی میں اور کہیں دیکھنے کو نہیں ملتی۔ مشتری کے گرد چھ ماہ چکر لگانے کے بعد کیسینی نے اپنی منزل مقصود زحل کی طرف راہ لی۔ راستے میں کیسینی نے نظریہ اضافت کو ٹیسٹ کرنے کے لیے کئی تجربات کیے۔ ان تمام تجربات کے نتائج نظریہ اضافت کی پیش گوئیوں کے عین مطابق پائے گئے۔

فروری 2004 میں آخر کار کیسینی زحل کے پاس پہنچ گیا۔ یہ انسان کی بنائی ہوئی پہلی مشین ہے جو زحل تک پہنچی۔ زحل کے نزدیک جاتے جاتے کیسینی نے زحل کے سات نئے چاند دریافت کیے جن کے بارے میں ہمیں پہلے کوئی علم نہیں تھا۔

زحل پر پہنچنے کے بعد کیسینی نے سب سے پہلے زحل کے چاند ٹائٹن کا دورہ کیا۔ ٹائٹن زحل کا سب سے بڑا چاند ہے۔ کیسینی اپنے ساتھ ایک ساتھی بھی لایا تھا۔ یہ یورپی سپیس ایجینسی کی بنائی ہوئی ایک سپیس پروب تھی جس کا نام ہوئگن تھا۔ دسمبر 2004 میں کیسینی نے ہوئگن پروب کو ٹائٹن پر چھوڑ دیا تاکہ ٹائٹن کی سطح پر موجود جھیلوں کو سٹڈی کیا جا سکے۔ اڑھائی گھنٹے کی اڑان کے بعد ہوئگن پروب ٹائٹن کی سطح تک پہنچ گئی اور ٹائٹن کی ہائی ریزولوشن تصاویر زمینی سٹیشن کی طرف بھیجنا شروع کیں۔ اس ڈیٹا سے اس بات کی تصدیق ہو گئی کہ ٹائٹن کی سطح پر مائع میتھین کی جھیلیں موجود ہیں۔ میتھین نامیاتی مادوں سے بھی پیدا ہو سکتی ہے۔ اس وجہ سے اس بات کا امکان ہے کہ ٹائٹن پر زندگی کسی صورت میں موجود ہو۔ یہ انسان کی تاریخ میں پہلا موقع تھا کہ کسی غیر ارضی چاند پر کوئی پروب اتاری گئی۔

ٹائٹن پر تحقیق مکمل کرنے کے بعد کیسینی نے ز کے دوسرے بڑے چاند اینسیلیڈس کا رخ کیا۔ اس چاند کے جنوبی قطب کے اوپر سے گذرتے ہوئے کیسینی نے اینسیلیڈس کی سطح سے پانی کے بلند فوارے خارج ہوتے دیکھے جن میں نامیاتی مالیکیولز بھی موجود تھے۔

زحل کے گرد چکر لگاتے ہوئے کیسینی نے کئی سال تک زحل کے حلقوں یعنی rings کا بھی تفصیلی جائزہ لیا اور ہمیں معلوم ہوا کہ یہ حلقے محض گرد و غبار کے ذرات نہیں ہیں بلکہ ان میں چٹانیں اور برف کے ٹکڑے بھی موجود ہیں۔ ان رنگز میں لہریں بھی پائی گئیں جو زحل کے چھوٹے چھوٹے چاندوں کے گذرنے سے پیدا ہو رہی تھیں۔ کیسینی نے ان رنگز کی ہزاروں تصاویر بنائیں اور ان ذرات کا کیمیائی تجزیہ بھی کیا۔

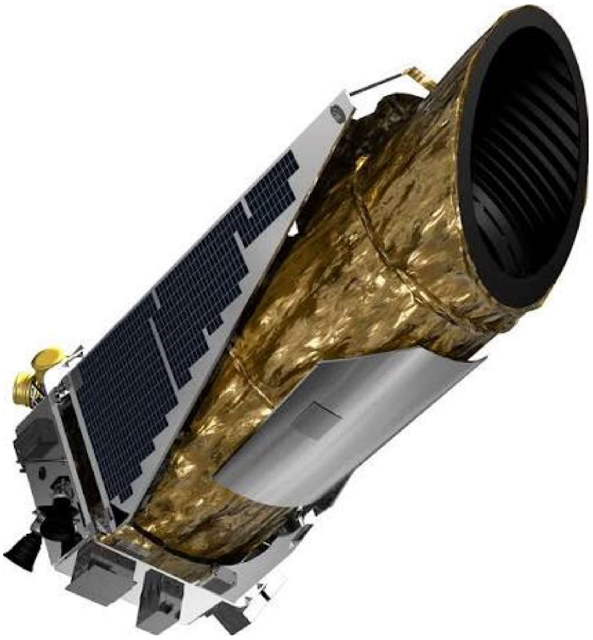
برسوں کی فلائٹ کے بعد اب کیسینی کے راکٹس میں ایندھن ختم ہونے کو تھا۔ چنانچہ یہ فیصلہ کیا گیا کہ کیسینی کو ایک کنٹرولڈ طریقے سے زحل پر گرا دیا جائے۔ 15 ستمبر 2017 کو کیسینی سپیس کرافٹ نے زحل کے رنگز میں سے گزرتے ہوئے زمین پر موجود سٹاف کو ایک الوداعی پیغام بھیجا اور زحل کی دبیز فضا میں گم ہو گیا۔

اوریجنل ویڈیو کا لنک:

https://www.facebook.com/secretsofuniverse/posts/3216703281772963

کیپلر دوربین۔سیارے دریافت کرنے کی مشین

جب کیپلر کو 2009 میں لانچ کیا گیا تھا اس وقت ہمیں صرف لگ بھگ تین سو غیر شمسی سیاروں کی موجودگی کا علم تھا جو کئی دہائیوں کے مشاہدات سے معلوم کیے گئے تھے۔ کیپلر نے محض چند سالوں کے مشاہدات میں ڈھائی ہزار سے زیادہ غیر شمسی سیارے دریافت کیے۔ اس وقت ہمیں جتنے غیر شمسی سیاروں کا علم ہے ان میں سے ساٹھ فیصد سے زیادہ کیپلر دور کی مدد سے دریافت کئے گئے۔ اس لیے کیپلر مشن کو ناسا کے کامیاب ترین مشنز میں شمار کیا جاتا ہے۔



کیپلر کا مقصد:

کیپلر دوربین کو ناسا کے ماہرین نے غیر شمسی سیارے دریافت کرنے کے لیے ڈیزائن کیا تھا۔ غیر شمسی سیارے ان سیاروں کو کہتے ہیں جو سورج کے علاوہ کسی ستارے کے گرد مدار میں ہوں۔ کیپلر کو لانچ کرنے کا ایک بڑا مقصد زمین جیسے سیارے دریافت کرنا تھا۔ کیا کیپلر کو اس مشن میں کامیابی حاصل ہوئی؟ جی نہیں۔ اس کی وجہ یہ رہی کہ سائنس دانوں کا خیال تھا کہ سورج ایک عام سا ستارہ ہے اور ہماری کہکشاں میں ایسے اربوں ستارے موجود ہیں۔ لیکن کیپلر کے مشاہدات کے آغاز میں ہی ہمیں یہ علم ہونے لگا کہ سورج ایک عام ستارہ نہیں ہے۔

کیا تمام ستارے ایک سے ہوتے ہیں؟

چونکہ کیپلر سے پہلے ہمارے پاس ستاروں کو سٹڈی کرنے کا کوئی طریقہ نہیں تھا اس لیے ستاروں کا زیادہ تر علم ہمیں سورج کے مشاہدے سے حاصل ہوتا تھا۔ ئنس دانوں کا خیال تھا کہ جو خصوصیات سورج کی ہیں کائنات کے کسی بھی اوسط ستارے کی خصوصیات ایسی ہی ہوں گی۔ لیکن ہم یہ بھی جانتے ہیں کہ کسی بھی ایسے ڈیٹا سے عمومی اصول اخذ نہیں کیے جاسکتے جس میں سیمپل سائز صرف ایک ہو۔

ہمیں یہ علم تو کم و بیش ایک صدی سے ہے کہ مختلف ستاروں کا ماس مختلف ہوتا ہے اور مختلف ماس کے ستاروں کی سطح کا درجہ حرارت اور رنگ مختلف ہوتا ہے۔ لیکن ہمیں یہ علم نہیں تھا کہ کائنات میں مختلف ماس کے ستاروں کا تناسب کیا ہے۔ البتہ

کوپرنیکس سے ہم نے یہ ضرور سیکھا تھا کہ زمین کائنات کا مرکز نہیں ہے، اور ہی بنیادی طور پر زمین کی حرکات کسی بھی دوسرے سیارے کی حرکات سے مختلف ہیں۔ اس سے سائنس دانوں نے یہ سبق سیکھا کہ کائنات کے مشاہدات میں ہمیں یہ نہیں فرض کرنا چاہیے کہ کائنات میں ہماری پوزیشن کسی بھی طرح privileged ہے۔ اس اصول کو کوپرنیکن پرنسپل کہا جاتا ہے۔ اس اصول کو استعمال کرتے ہوئے سائنس دانوں نے یہ فرض کیا کہ سورج کوئی سپیشل ستارہ نہیں ہے، کائنات کے اکثر ستارے ہمارے سورج کی طرح کے ہیں یا دوسرے الفاظ میں، ہمارا سورج ایک عام ستارہ ہے۔ لیکن اب ہم جانتے ہیں کہ سورج ایک عام ستارہ نہیں ہے۔

کیا تمام G ٹائپ ستارے سورج کی طرح کے ہوتے ہیں؟

سورج کی قسم کے ستاروں کو G سٹار کہا جاتا ہے اور ہماری کہکشاں میں G ٹائپ ستاروں کا تناسب صرف چھ فیصد ہے۔ کہکشاں کے زیادہ تر ستارے M ٹائپ ہیں جنہیں عام طور پر سرخ بونے ستارے یا Red dwarf stars کہا جاتا ہے۔ ایسے ستارے سورج سے نسبتاً چھوٹے ہوتے ہیں (یعنی ان کا ماس سورج کے ماس سے کم ہوتا ہے) اور ان کا درجہ حرارت بھی سورج کے درجہ حرارت سے کم ہوتا ہے۔ اس لیے ان کے گرد گولڈی لاک زون (یعنی وہ خطہ جس کا درجہ حرارت ز کی سطح کے درجہ حرارت کے آس پاس ہوتا ہے۔ ایسے خطے میں سیاروں پر مائع پانی کی موجودگی ممکن ہوتی ہے) ستارے کے بہت نزدیک ہوتا ہے اور اس کا سائز بہت کم ہوتا ہے۔ جو سیارے اپنے ستارے کے اس قدر نزدیک ہوں ان کا درجہ حرارت تو اصولاً مائع پانی کی موجودگی کے لیے موزوں ہوتا ہے لیکن ستارے سے خارج ہونے والی سولر ونڈ ایسے سیارے پر کرہ ہوائی کو قائم نہیں رہنے دیتی۔ گویا ریڈ ڈوارف ستاروں کے گرد سیاروں پر زندگی کا امکان نہ ہونے کے برابر ہے۔ اگر ہمیں ایسے سیاروں کی تلاش ہے جن پر زندگی ممکن ہو تو ہمیں پہلے ایسے ستارے تلاش کرنا ہوں گے جو ہمارے سورج جیسے ہوں۔ لیکن ایسے سیارے ہماری کہکشاں میں بہت کم ہیں۔

کسی بھی ستارے کی روشنی بالکل کانسٹینٹ نہیں ہوتی بلکہ اس میں تھوڑی بہت کمی بیشی ہوتی رہتی ہے۔ اس رینڈم کمی کو سائنس دان noise یعنی شور کہتے ہیں۔ اس نوائز کی وجہ یہ ہے کہ ستارے کی سطح پر مقناطیسی فیلڈ کی تبدیلیوں کی وجہ سے پلازمہ میں ہر وقت ابال کی سی کیفیت رہتی ہے جس وجہ سے کہیں پلازمہ کی کثافت کچھ کم ہوتی ہے اور کہیں کچھ زیادہ۔ اس کے علاوہ مقناطیسی طوفان ستاروں کی سطح پر سیاہ دھبے بھی بناتے ہیں جن کی وجہ سے ستارے کی روشنی ہر وقت تبدیل ہوتی رہتی ہے۔ سائنس دانوں کا خیال تھا کہ تمام G ٹائپ کے ستاروں کی روشنی میں نوائز کی شرح وہی ہو گی جو سورج کی روشنی میں نوائز کی ہے۔ اب ہم جانتے ہیں کہ ایسا نہیں ہے۔

کیپلر کسی ستارے کے گرد سیارے کیسے ڈیٹیکٹ کرتی ہے؟

اگر کسی ستارے کی ایکلیپٹک پلین اتفاق سے ایسی ہے کہ ہمارے نقطہ نظر سے سیارے کبھی کبھی ستارے کے سامنے سے گذرتے ہیں (اسے ٹرانزٹ کہا جاتا ہے) تو اس ٹرانزٹ سے ستارے کی روشنی کچھ دیر کے لیے کم ہو جاتی ہے۔ اگر ستارے کی روشنی میں کمی کو ڈیٹیکٹ کر لیا جائے تو اس کا مطلب یہ لیا جاتا ہے کہ ستارے کے سامنے سے کوئی سیارہ گذر رہا ہے۔ کیپلر بیک وقت ڈیڑھ لاکھ ستاروں کی ظاہری چمک کو ٹریک کرتی ہے اور ان میں روشنی کی کمی بیشی کو ریکارڈ کرتی ہے۔ اگر سیارہ بڑا ہو اور کسی سرخ بونے ستارے کے گرد گردش کر رہا ہو تو ٹرانزٹ کے دوران ستارے کی روشنی میں کمی بھی اسی قدر زیادہ ہو گی۔ اگر سیارہ نسبتاً چھوٹا ہو اور بہت بڑے ستارے کے سامنے سے گذر رہا ہو تو ستارے کی روشنی میں کمی بہت معمولی ہو گی۔ مثال کے طور پر اگر کوئی غیر ارضی مخلوق کسی دور دراز کے مقام سے سورج کی روشنی کا مشاہدہ کر رہی ہو اور سورج کے سامنے سے زمین گذرے تو سورج کی روشنی میں کمی محض 0.0085 فیصد ہو گی جو ایک سال محض دس گھنٹے کے لیے ہو گی۔ عموماً سائنس دان صرف ایک بار ستارے کی روشنی کی کمی کی پیمائش کو قابل اعتبار نہیں سمجھتے۔ اگر ایسی کمی کم از کم تین چار بار ڈیٹیکٹ ہو اور ہر بار اس کمی کا دورانیہ بالکل ایک سا ہو تب سائنس دان یہ دعویٰ کرتے ہیں کہ اس ستارے کے سامنے سے ایک سیارہ گذر رہا ہے۔ اگر کوئی مخلوق سورج کا مشاہدہ کر رہی ہو تو اسے انتہائی حساس دور بین سے تین سے چار سال تک سورج کا مسلسل مشاہدہ کرنا ہو گا۔ تب کہیں جا کر وہ اعتماد سے زمین کی موجودگی کی ڈیٹیکشن کا اعلان کر پائیں گے۔

ستاروں کی روشنی میں نوائز (Noise):

کیپلر کو ڈیزائن کرتے وقت سائنس دانوں کا خیال تھا کہ سورج جیسے تمام ستاروں کی روشنی میں نوائز کم و بیش اتنا ہی ہو گا جتنا سورج کی روشنی میں ہوتا ہے یعنی ایک ملین میں دس حصے (ten parts per million)۔ اگر ہمیں زمین کی طرح کا کوئی سیارہ دریافت کرنا ہو جو سورج جیسے ستارے کے گرد گھوم رہا ہو تو ٹرانزٹ کے دوران ستارے کی روشنی میں کمی 85 پارٹس فی ملین ہو گی۔ چونکہ سورج کی روشنی میں نوائز دس پارٹس فی ملین ہے اس لیے ٹرانزٹ کا اصل سگنل 75 پارٹس فی ملین رہ جاتا ہے جسے ڈیٹیکٹ کرنے کے لیے انتہائی حساس دور بین درکار ہے۔

کیپلر دور بین اس مفروضے پر ڈیزائن کی گئی تھی کہ تمام G ٹائپ ستاروں میں نوائز کی مقدار دس پارٹ فی ملین کے لگ بھگ ہی ہو گی۔ لیکن جب کیپلر دور بین سے مشاہدات کا آغاز ہوا سائنس دانوں کو یہ علم ہوا کہ عام طور پر G ٹائپ ستاروں کی روشنی میں نوائز سورج کے نوائز سے دوگنا ہوتا ہے اور کم از کم تیس فیصد G ٹائپ ستاروں میں نوائز پچاس پارٹس فی ملین تک بھی

ہو سکتا ہے، جس سے سگنل کی مقدار اسی تناسب سے کم ہو جاتی ہے اور ایسے ستاروں کے گرد سیاروں کو تلاش کرنا اسی قدر مشکل ہو جاتا ہے۔ ہمارا سورج اوسط G ٹائپ کے ستاروں سے مختلف ہے اور اس کی روشنی میں نوائز اس جیسے باقی ستاروں کی نسبت بہت کم ہے۔

کیپلر کی ٹیم کے لیے یہ ایک بہت بڑا مسئلہ تھا، لیکن ٹیم نے ہمت نہیں ہاری۔ پچاس کروڑ ڈالر سے بنی کیپلر دوربین کو صرف اس لیے تو چھوڑا نہیں جا سکتا تھا کہ ستاروں کی روشنی میں نوائز سے متعلق ماہرین کا ایک اندازہ غلط تھا۔ سائنس دانوں نے اس مسئلے کا بھی حل تلاش کر لیا۔ اگر مطلوبہ ستاروں کا مشاہدہ لمبے عرصے کے لیے کیا جائے تو نوائز کا اوسط نکال کر نوائز کو کینسل کیا جا سکتا ہے اور سیاروں کی ٹرانزٹ کے سگنل کو واضح کیا جا سکتا ہے۔ اس طریقے سے کیپلر کے مشن کو نہ صرف بچا لیا گیا بلکہ کیپلر کے ریکارڈ کردہ ڈیٹا سے سینکڑوں نہیں ہزاروں نئے سیارے دریافت کیے گئے۔

کیپلر مشن میں توسیع:

کیپلر مشن کا اوریجنل پلان تین سال کا تھا۔ لیکن کیپلر دوربین اس قدر کامیاب رہی کہ 2012 میں ناسا کے حکام نے کیپلر مشن میں توسیع کی منظوری دے دی۔ اس وقت تک کیپلر کے تمام کل پرزے درست کام کر رہے تھے البتہ کیپلر کو سٹیبلائز کرنے کے سسٹم میں استعمال ہونے والے تین جائروسکوپس میں سے دو کی کارکردگی کم ہوتی جا رہی تھی۔ مشن کی توسیع کی منظوری کے چند ہی ماہ بعد، کیپلر کے ایک جائروسکوپ نے کام کرنا چھوڑ دیا۔ کیپلر دو جائروسکوپس کے ساتھ بھی اپنے آپ کو سٹیبلائز کر سکتی تھی لیکن کچھ ہی ہفتے بعد دوسرے جائروسکوپ نے بھی کام کرنا چھوڑ دیا۔ اب ایک جائروسکوپ کے ساتھ کیپلر کو ایک ہی سمت میں سٹیبل رکھنا ناممکن ہو گیا۔ اس وقت ممکن تھا کہ اس مشن کو خیرباد کہہ دیا جاتا لیکن ناسا کے انجینیئرز نے اس مسئلے کا بھی حل تلاش کر لیا۔

سورج سے خارج ہونے والی روشنی اور سولر ونڈ (چارجڈ پارٹیکلز کی بوچھاڑ) میں بھی انرجی ہوتی ہے۔ اگر کیپلر کا رخ سورج کے مخالف سمت میں رکھا جائے (جو کہ مشاہدات کے لیے ویسے بھی ضروری ہے) تو سورج کی روشنی اور سولر ونڈ کیپلر کے جسم کے بالکل متوازی ہوں گی۔ اگر کسی وجہ سے کیپلر کا زاویہ کچھ تبدیل ہو جائے تو کیپلر کی ایک سائیڈ پر سورج کی روشنی زیادہ پڑنے لگے گی جس سے اس سائیڈ پر ایک معمولی سا اضافی پریشر پیدا ہو گا جو کیپلر کے جسم کو روشنی کے متوازی کرنے کی کوشش کرے گا۔ اس طرح کیپلر کے جسم کو ایک بادبان کی طرح استعمال کیا جا سکتا ہے جس پر روشنی کا پریشر اسے ایک ہی سمت میں رکھے گا۔

کیپلر دور بین اس لنگڑی لولی حالت میں بھی اگلے پانچ سال کام کرتی رہی اور اس اضافی مشن کے دوران دو جائروسکوپس کے خراب ہونے کے باوجود جو ڈیٹا اکٹھا ہوا اس سائنس دانوں نے پانچ سو سے زیادہ نئے سیارے دریافت کیے۔

زمین سے ملتے جلتے سیارے:

سنہ 2011 میں ناسا نے اعلان کیا کہ کیپلر کے ڈیٹا سے ایک ایسے سیارے کا علم ہوا ہے جس کا قطر زمین کے قطر سے دو گنا ہے لیکن اس پر حالات زمین کے حالات سے بہت ملتے جلتے ہیں۔ یہ سیارہ سورج جیسے ایک سیارے کے گرد گولڈی لاکس زون میں گردش کر رہا ہے۔ ہمیں یہ علم نہیں ہے کہ اس سیارے پر زندگی ممکن ہے یا نہیں، لیکن یہ سیارہ ان تمام شرائط کو پورا کرتا ہے جو سائنس دانوں کے مطابق زندگی کی موجودگی کے لیے ضروری ہیں۔

کیپلر نے جو ڈیٹا اکٹھا کیا اس کا تجزیہ آج بھی کیا جا رہا ہے اور اب تک 361 ایسے سیارے دریافت کیے جا چکے ہیں جو اپنے اپنے ستارے کے گولڈی لاکس زون میں ہیں۔ ان میں سے 88 سیاروں کی موجودگی کی مزید مشاہدات سے کنفرم کی جا چکی ہے۔ ان میں سے بیشتر سیارے زمین جیسے نہیں ہیں بلکہ بہت بڑے گیس جائنٹ ہیں۔ جو غیر شمسی سیارے زمین جیسے معلوم ہوتے ہیں ان میں سے اکثر سیارے جن ستاروں کے گرد گردش کر رہے ہیں وہ ستارے ہمارے سورج جیسے نہیں ہیں۔ ابھی تک سورج سے ملتے جلتے G ٹائپ ستاروں کے گرد گولڈی لاکس زون میں صرف چار سیارے دریافت ہوئے ہیں جو کسی حد تک زمین سے ملتے جلتے ہیں۔ لیکن ابھی تک ایسا کوئی کامبینیشن نہیں ملا جس میں ستارہ عین سورج جیسا ہو اور اس کے گرد گھومنے والا سیارہ عین زمین جیسا بھی ہو جو گولڈی لاکس زون میں بھی ہو۔

کیپلر دور بین کے جانشین:

اب کیپلر دور بین کو ڈی کمیشن کیا جا چکا ہے لیکن کیپلر کے ڈیٹا کو ابھی تک سٹڈی کیا جا رہا ہے۔ کیپلر دور بین نے اس قدر ڈیٹا اکٹھا کیا کہ اس کا تجزیہ اگلے کئی سال تک چلتا رہے گا۔ مصنوعی ذہانت کے اس دور میں اب مصنوعی ذہانت کے استعمال سے کیپلر کے اس ڈیٹا کو بھی دوبارہ سٹڈی کیا جائے گا جسے پہلے سٹڈی کیا جا چکا ہے اور عین ممکن ہے کہ اس پرانے ڈیٹا میں کئی نئے سیاروں کا سراغ مل جائے جنہیں پہلے نوائز سمجھ کر نظر انداز کر دیا گیا تھا۔

سنہ 2018 میں ناسا نے ایک نئی دور بین لانچ کی جس کا نام TESS ہے اور جس کا مشن بھی کیپلر کے مشن کی طرح غیر شمسی سیاروں کی تلاش ہے۔ یہ دور بین بھی بہترین ڈیٹا فراہم کر رہی ہے جس سے روز بروز نئے سیارے دریافت ہو رہے ہیں۔

اس کے علاوہ یورپین سپیس ایجینسی 2026 میں PLATO مشن لانچ کرنے کا ارادہ رکھتی ہے جس میں 26 کیمرے نصب ہوں گے جن کی مجموعی ریزولوشن دو ارب پکسل (یعنی دو گیگا پکسل) ہو گی۔ یہ دوربین ستاروں کی روشنی میں نوائز اور سیاروں کی ٹرانزٹ کی وجہ سے ستاروں کی روشنی میں کمی میں تفریق کر پائے گی اور یوں نسبتاً چھوٹے سیارے بھی دریافت کر پائے گی جن میں شاید کوئی سیارہ ایسا بھی مل جائے جو عین زمین جیسا ہو۔

اوریجنل ویڈیو کا لنک:

https://www.youtube.com/watch?v=3UpSLmuGcNs

فیوژن ری ایکٹر

دنیا کے کئی ملکوں میں سائنس دان کئی دہائیوں سے فیوژن ری ایکٹر سے انرجی پیدا کرنے کی کوشش کر رہے ہیں۔ فیوژن کے پراسیس میں ہائیڈروجن کے ایٹموں کو آپس میں فیوز کر کے ہیلیئم کے مرکزے بنائے جاتے ہیں اور اس عمل میں کثیر مقدار میں انرجی حرارت کی صورت میں خارج ہوتی ہے۔ سورج اور دوسرے ستاروں میں انرجی فیوژن کے پراسیس سے ہی پیدا ہوتی ہے۔

کئی ملکوں نے فیوژن ری ایکٹرز بنانے کی کوشش کی ہے لیکن فیوژن کے عمل کو شروع کرنے کے لیے بے انتہا پریشر اور بہت زیادہ درجہ حرارت درکار ہوتا ہے جسے پیدا کرنے کے لیے ری ایکٹر کو بیرونی سورسز سے انرجی فراہم کرنا پڑتی ہے۔ ابھی تک جتنے بھی فیوژن ری ایکٹرز میں فیوژن کا پراسیس کامیابی سے پیدا کیا گیا ہے اس میں یہی مسئلہ رہا ہے کہ فیوژن سے پیدا ہونے والی توانائی اس پراسیس کو شروع کرنے کے لیے درکار توانائی سے کم رہی ہے۔

اب ا یکہ کے سائنس دانوں یہ دعویٰ کیا ہے کہ تاریخ میں پہلی بار انہوں نے اپنے فیوژن ری ایکٹر میں استعمال ہونے والی انرجی سے زیادہ انرجی پیدا کی ہے یعنی اس ری ایکٹر میں فیوژن کے پراسیس سے net energy gain حاصل ہوئی ہے۔ یہ صاف انرجی پیدا کرنے کی کوشش میں ایک بہت بڑا سنگ میل ہے۔ اب اس ٹیکنالوجی کو مزید بہتر بنا کر یہ ممکن ہو سکے گا کہ فیوژن سے بجلی پیدا کی جائے۔

ماحول دشمن بجلی:

ماحول کی آلودگی کم کرنے کے لیے یہ بات انتہائی اہم ہے کہ بجلی ایسے طریقوں سے پیدا کی جائے جس سے ہوا میں کاربن ڈائی آکسائیڈ اور میتھین جیسی گرین ہاوس گیسیں کم سے کم خارج ہوں۔ جب ڈیزل یا کوئلے کو جلا کر بجلی پیدا کی جاتی ہے تو اس پراسیس میں بہت سی کاربن ڈائی آکسائیڈ پیدا ہوتی ہے جس سے ماحول کی آلودگی میں اضافہ ہوتا ہے۔ پانی سے بجلی پیدا کرنے کے لیے ڈیم بنانا پڑتے ہیں جن سے مقامی علاقوں کی ایکالوجی خراب ہو جاتی ہے اور بہت سے آبی جانوروں کے معدوم ہونے کا خطرہ پیدا ہو جاتا ہے۔ مثال کے طور پر جب کسی دریا پر ڈیم بنایا جاتا ہے تو وہ مچھلیاں دریا کے نشیبی علاقوں سے بالائی علاقوں تک نہیں جا سکتیں جنہیں اگلی نسل پیدا کرنے کے لیے بالائی علاقوں میں جانا ضروری ہوتا ہے۔ روایتی ایٹمی ری ایکٹرز گرین ہاوس گیسیں تو پیدا نہیں کرتے لیکن فضلے کے طور پر تابکار میٹیریل پیدا کرتے ہیں جسے ٹھکانے لگانا بے حد مشکل ہوتا ہے۔ اس کے علاوہ اگر ری ایکٹر کو کوئی دشہ پیش آ جائے تو تابکار میٹیریل مقامی علاقوں میں پھیل کر انسانوں اور دوسری انواع کے لیے شدید خطرات پیدا کر سکتا ہے۔

ہوا یا شمسی توانائی سے بجلی بنانے میں البتہ ماحول آلودہ نہیں ہوتا لیکن ہم ہوا کو کنٹرول کر کے اپنی مرضی کے مطابق نہیں دے سکتے یعنی ہم ضرورت کے مطابق بجلی پیدا نہیں کر سکتے، ہوا کے چلنے پر ہی بجلی پیدا ہو سکتی ہے۔ شمسی توانائی سے بھی صرف دن کے وقت ہی بجلی پیدا کی جا سکتی ہے جب بجلی کی ضرورت قدرے کم ہوتی ہے، رات کو جب بجلی کی ڈیمانڈ زیادہ ہوتی ہے اس وقت شمسی توانائی سے بجلی پیدا کرنا ممکن نہیں ہے۔

ماحول دوست بجلی:

فیوژن ری ایکٹرز کو ماہرین بجلی پیدا کرنے کے لیے آئیڈیل سمجھتے ہیں کیونکہ فیوژن کے پراسیس میں بہت زیادہ توانائی خارج ہوتی ہے جس سے بہت زیادہ مقدار میں بجلی بنائی جا سکتی ہے، فیوژن کے لیے ایندھن ہائیڈروجن گیس ہے جو سمندر کے پانی سے پیدا کی جا سکتی ہے، فیوژن میں کوئی فضلہ پیدا نہیں ہوتا سوائے ہیلیئم گیس کے، جو کہ ایک انرٹ گیس ہے جو ماحول میں کوئی آلودگی پیدا نہیں کرتی۔ فیوژن سے آپ جب چاہیں بجلی پیدا کر سکتے ہیں، اس سے ماحول کی ایکالوجی پر کوئی اثر نہیں پڑتا، اور دثے کی صورت میں فیوژن ری ایکٹر سب سے زیادہ محفوظ ہوتے ہیں کیونکہ کسی بھی حادثے کی صورت میں جیسے ہی ری ایکٹر میں گیس کا پریشر کم ہو گا فیوژن کا پراسیس خود بخود رک جائے گا۔ اگر بالفرض فیوژن ری ا دھماکے سے پھٹ بھی جائے تو کوئی تابکاری نہیں پھیلے گی۔ ایسے حادثے میں ہوا میں ہیلیئم گیس خارج ہو گی جو ماحول کو کوئی نقصان نہیں پہنچاتی۔

فیوژن ری ایکٹر بنانا کیوں مشکل ہے؟

بہت سے ملکوں سائنس دان کئی دہائیوں سے فیوژن ری ایکٹر بنانے کی کوشش کر رہے ہیں جس میں فیوژن کے پراسیس سے بجلی پیدا کی جا سکے۔ فیوژن کا پراسیس شروع کرنے کے لیے یہ ضروری ہے کہ ہائیڈروجن گیس کو آئنز کی شکل میں تبدیل کیا جائے یعنی اسے پلازمہ میں تبدیل کیا جائے اور پھر اس پلازمہ کا درجہ حرارت سورج کے کور درجہ حرارت سے بھی زیادہ بڑھایا جائے اور سورج کے کور کا سا پریشر بھی پیدا کیا جائے تاکہ ہائیڈروجن کے مرکزے آپس میں اس قدر قریب آ سکیں کہ ایک دوسرے میں پیوست ہو کر ہیلیئم کے مرکزے بنائیں۔ تب ہی فیوژن کا پراسیس ہو گا اور انرجی پیدا ہو پائے گی۔ لیکن زمین پر کسی چیمبر میں اس قدر درجہ حرارت اور دباؤ پیدا کرنا اور اسے کنٹرول کرنا آسان نہیں ہے۔ کئی دہائیوں کی مسلسل کوششوں سے سائنس دانوں نے یہ سیکھا ہے کہ اس پلازمہ کو بہت طاقتور مقناطیسی فیلڈ سے چیمبر میں مقید رکھا جا سکتا ہے۔ اسے کنٹرولڈ فیوژن کہا جاتا ہے۔

گیس کا درجہ حرارت بڑھانے اور اسے مقناطیسی فیلڈ میں مقید کرنے کے لیے بہت زیادہ توانائی درکار ہوتی ہے۔ اس قدر زیادہ کہ ابھی تک جب بھی کنٹرولڈ فیوژن کامیابی سے پیدا کیا گیا، اس سے پیدا ہونے والی توانائی اس توانائی سے کم رہی جو فیوژن کا پراسیس شروع کرنے کے لیے اپلائی کی گئی۔ یہ پہلا موقعہ ہے کہ فیوژن ری ایکٹر میں فیوژن سے پیدا ہونے والی توانائی فیوژن کو سٹارٹ کرنے کے لیے استعمال کی گئی توانائی سے زیادہ رہی۔

فیوژن کا مستقبل:

لیکن ابھی فیوژن ٹیکنالوجی وسیع پیمانے پر بجلی پیدا کرنے کی قابلیت سے کوسوں دور ہے۔ فیوژن ریسرچ کا پہلا ٹارگٹ net energy gain پیدا کرنا تھا جس پر سائنس دان کئی دہائیوں سے کام کر رہے تھے۔ اب سائنس دانوں نے اس پہلے سنگ میل کو عبور کر لیا ہے، اب اس ٹیکنالوجی کی ایفی شینسی کو بڑھانے پر کام کیا جائے گا تاکہ کم سے کم انرجی ان پٹ سے زیادہ سے زیادہ انرجی پیدا کی جا سکے۔ اس کے علاوہ ابھی صرف محدود وقت کے لیے انرجی پیدا کرنے کے پراسیس میں کامیابی حاصل ہوئی ہے۔ فیوژن کے پراسیس سے کمپریسر چلا کر بجلی پیدا کرنے کا مرحلہ ابھی باقی ہے۔ ایسا کرنے کے لیے فیوژن ری ایکٹر کو مسلسل چلانا ہو گا تاکہ انرجی مسلسل پیدا کی جا سکے۔ اس ری ا کے چیمبر کی دیواروں میں سے پانی کے پائپ گزارے جائیں گے جن میں بہنے والا پانی فیوژن سے پیدا ہونے والی حرارت سے بھاپ میں تبدیل ہو گا۔ اس بھاپ سے وہ جنریٹر چلائے جائیں گے جو بجلی پیدا کریں گے۔

اس تمام ٹیکنالوجی کو عملی جامہ پہنانے میں ایک دہائی سے زیادہ کا وقت درکار ہے۔ لیکن سائنس دان پرامید ہیں کہ اس تمام پراسیس کا سب سے مشکل مرحلہ، یعنی فیوژن سے net energy gain پیدا کرنے کا مرحلہ اب بخوبی طے ہو گیا ہے۔ باقی کے مراحل طے کرنا نسبتاً آسان ہو گا اگرچہ اس کے لیے بھی اربوں ڈالر کی فنڈنگ، نئی سائنسی ریسرچ، نئے میٹیریلز، اور ہزاروں سائنس دانوں اور انجینیئرز کی محنت درکار ہو گی۔ اگر ہم فیوژن ری ایکٹر سے وسیع پیمانے پر بجلی پیدا کرنے کے قابل ہو جاتے ہیں تو یہ امید کی جا سکتی ہے کہ اگلے سو سال میں گلوبل وارمنگ پر قابو پا لیا جائے گا اور زمین کا اوسط درجہ حرارت آہستہ آہستہ نارمل ہونے لگے گا۔

اوریجنل انفارمیشن کا لنک:

https://apnews.com/article/science-business-california-climate-and-environment-d6cb7b048ce916e04be809482fd9cbe6

مقناطیسی ٹرین کیسے کام کرتی ہے؟

(یہ مضمون ایک انگریزی ویڈیو کا ترجمہ ہے، بہتر سمجھ کیلئے آخر میں دیا گیا ویڈیو لنک دیکھیں)

آج کل تیز رفتار مقناطیسی ٹرینیں کئی ترقی یافتہ ممالک میں استعمال ہو رہی ہیں۔ اس وقت سب سے زیادہ ایڈوانسڈ مقناطیسی ٹرینیں تجرباتی طور پر جاپان میں چل رہی ہیں جن کی زیادہ سے زیادہ رفتار 600 کلومیٹر فی گھنٹہ ہے۔ یہ رفتار ٹربو پروپ جہازوں یعنی پنکھوں والے جہازوں کے اڑنے کی رفتار سے بھی زیادہ ہے۔ آ دیکھتے ہیں کہ یہ ٹرینیں اس قدر تیز رفتار سے کیسے سفر کر پاتی ہیں۔

مقناطیسی ٹرین سپر کنڈکٹرز (superconductors) کی مدد سے بنائے گئے برقی مقناطیسوں (electromag-nets) کی مدد سے ہوا میں معلق ہو کر چلتی ہے۔ یعنی اس ٹرین کے پہیے نہیں ہوتے۔ عام ٹرینوں کے تیز چلنے میں سب سے بڑی رکاوٹ پہیوں میں پیدا ہونے والی رگڑ ہوتی ہے۔ سپر کنڈکٹرز ایسے میٹیریل ہیں جن کا درجہ حرارت ایک مخصوص درجہ حرارت سے کم ہو تو ان کی برقی مزاحمت یعنی electrical resistance صفر ہو جاتی ہے۔ ایسی حالت میں ان میں بہت زیادہ کرنٹ بہہ سکتا ہے جس سے بہت طاقتور مقناطیسی فیلڈ پیدا ہوتا ہے۔ اگر اس میٹیریل کی تاریں بنا کر ان کا ایک لوپ (loop) بنایا جائے اور اس لوپ میں ایک دفعہ کرنٹ چھوڑا جائے تو وہ کرنٹ بغیر کسی بیٹری کے ہمیشہ بہتا رہتا ہے جب تک کہ اس لوپ کو توڑا نہ جائے۔

مقناطیسی فیلڈ سے ٹرینوں کو معلق کر کے تیز رفتار سے چلانے کے لیے ہمیں ان تین چیزوں کی ضرورت ہوتی ہے،

- آگے کی طرف قوت پیدا کرنا
- ٹرین کو ہوا میں معلق رکھنا
- ٹرین کو ٹریک کے اوپر رکھنا یعنی معلق ہونے کے باو د ٹریک سے ادھر ا ھر نہ جانے دینا

ان تینوں مقاصد کے حصول کے لیے ٹرین میں موجود سپر کنڈکٹنگ میٹیریل میں بجلی کے کرنٹ سے مقناطیسیت پیدا کر کے مختلف سمتوں میں قوت پیدا کی جاتی ہے۔

سپر کنڈکٹنگ مقناطیس (Superconducting magnets)

مقناطیسی ٹرین میں ٹرین کو معلق کرنے کے لیے بہت زیادہ طاقتور مقناطیسی فیلڈ پیدا کیا جاتا ہے۔ اس قدر طاقتور فیلڈ پیدا کرنے کے لیے سینکڑوں ایمپیئرز کا کرنٹ درکار ہوتا ہے۔ عام الیکٹرو میگنٹس (یعنی ایسے مقناطیس جو برقی کرنٹ کے گذرنے سے مقناطیسی فیلڈ پیدا کرتے ہیں) میں ایک حد سے زیادہ کرنٹ گذارنا ممکن نہیں ہوتا۔ تار خواہ کتنی ہی موٹی کیوں نہ استعمال کی جائے،

اس کی ریزیسٹنس صفر نہیں ہو سکتی۔ اس ریزیسٹنس کی وجہ سے جب تار میں کرنٹ بہتا ہے تو حرارت پیدا ہوتی ہے۔ کرنٹ جتنا زیادہ ہو حرارت بھی اسی قدر زیادہ ہوتی ہے۔ اس حرارت کی وجہ سے عام تاروں میں ایک حد سے زیادہ کرنٹ نہیں بھیجا جا سکتا۔ اس وجہ سے عام الیکٹرو میگنیٹ سے ایک حد سے زیادہ مقناطیسی فیلڈ پیدا کرنا ممکن نہیں ہوتا۔

سائنس دانوں نے کچھ ایسے میٹیریل دریافت کیے ہیں جو عام درجہ حرارت پر تو اچھے کنڈکٹر ہوتے ہی ہیں لیکن ایک مخصوص درجہ حرارت سے کم پر اچانک ان کی ریزیسٹنس صفر ہو جاتی ہے اور اس کنڈکٹر سے ہزاروں ایمپیئرز کرنٹ گذارا جائے تو بھی اس میں کوئی حرارت پیدا نہیں ہوتی۔ ایسے میٹیریلز کو سپر کنڈکٹرز کہا جاتا ہے۔ ایسے سپر کنڈکٹر سے بنے ہوئے لوپ یا coil میں ا دفعہ کرنٹ بہنے لگے تو کبھی ختم نہیں ہوتا (جب تک کہ اس لوپ کو توڑا نہ جائے)۔ ان خصوصیات کی وجہ سے سپر کنڈکٹرز بہت طاقتور مقناطیسی فیلڈ پیدا کر سکتے ہیں۔

سپر کنڈکٹرز کو ٹھنڈا رکھنے کے سسٹم:

سپر کنڈکٹرز کو ا ئی کم درجہ حرارت پر رکھنا ضروری ہوتا ہے۔ مقناطیسی ٹرینوں میں جو سپر کنڈکٹنگ میٹیریل استعمال ہوتا ہے اسے لگ بھگ 9 کیلون (منفی 264 سینٹی گریڈ) پر رکھنا ضروری ہوتا ہے۔ ایسا کرنے کے لیے مقناطیسی ٹرین میں مائع ہیلیئم استعمال کی جاتی ہے جو 4.5 کیلون پر ہوتی ہے۔ اس مائع ہیلیئم کو کنڈکٹر کے اوپر سے گذارا جاتا ہے تو یہ گیس میں تبدیل ہو جاتی ہے اور اس پراسیس میں کنڈکٹر سے حرارت جذب کر کے اسے ٹھنڈا کر دیتی ہے۔ یہ گیس واپس ہیلیئم کمپریسر میں بھیجی جاتی ہے جہاں اسے دوبارہ مائع حالت میں تبدیل کیا جاتا ہے اور اس کی حرارت فضا میں چھوڑ دی جاتی ہے۔ (ریفریجریٹر بھی کم و بیش اسی اصول پر کام کرتے ہیں)

ان سپر کنڈکٹنگ کوائلز کو ٹھںڈا رکھنے کے لیے انہیں ایسی ہاوسنگ میں رکھا جاتا ہے جس کے باہر حرارت کو منعکس کرنے والی ہیٹ شیلڈ (heat shield) نصب ہوتی ہے جو باہر کی حرارت کو سپر کنڈکٹرز تک پہنچنے سے روکتی ہے۔ لیکن چونکہ کوئی بھی میٹیریل حرارت کو سو فیصد بلاک نہیں کر سکتا اس لیے باہر سے تھوڑی بہت حرارت پھر بھی سپر کنڈکٹرز تک پہنچ کر سپر کنڈکٹر کا درجہ حرارت بڑھا سکتی ہے۔ اس کے علاوہ سپر کنڈکٹگ کوائل میں اس قدر کرنٹ فلو کرتا ہے کہ اس سے پیدا ہونے والے مقناطیسی فلکس سے ہیٹ شیلڈ میں بھی کرنٹ پیدا ہو جاتا ہے جس سے اس شیلڈ میں حرارت پیدا ہونے لگتی ہے۔ اس حرارت کو زائل کرنے کے لیے اس شیلڈ کو ایک الگ کولنگ سسٹم سے ٹھنڈا کیا جاتا ہے جس میں کولنگ کے لیے مائع نائٹروجن گیس استعمال ہوتی ہے۔ اگرچہ سپر کنڈکٹنگ کوائلز میں اتنا زیادہ کرنٹ پیدا کرنے کے لیے زیادہ توانائی کی ضرورت نہیں ہوتی (کیونکہ ان کوائلز

کی ریزیسٹنس صفر ہوتی ہے)، لیکن ان کوائلز اور ان کی شیلڈنگ کو ٹھنڈا رکھنے کے لیے کافی مقدار میں انرجی درکار ہوتی ہے۔ ایسے چار سپر کنڈکٹنگ کوائلز ایک ماڈیول میں بند ہوتے ہیں اور اس قسم کے ماڈیولز کو ٹرین کی دونوں سائیڈز پر جگہ جگہ نصب کیا جاتا ہے۔

ٹرین کو آگے کیسے دھکیلا جاتا ہے؟

ٹرین کے ٹریک کی سائیڈز پر (جنہیں گائیڈ ویز کہا جاتا ہے) عام برقی مقناطیسی کوائلز نصب ہوتے ہیں جن میں سے ہر ایک میں اس کے ہمسایہ کوائل کے مقابلے میں متضاد سمت میں کرنٹ فلو کر رہا ہوتا ہے۔ گائیڈ ویز (guide ways) میں نصب برقی مقناطیس جو مقناطیسی فیلڈ پیدا کرتے ہیں اس فیلڈ کا تعامل ٹرین میں موجود سپر کنڈکٹنگ کوائلز سے پیدا ہونے والے مقناطیسی فیلڈ سے ہوتا ہے۔ آیئے دیکھتے ہیں کہ ان مقناطیسی فیلڈز کے آپسی تعامل سے ٹرین پر وہ فورس کیسے پیدا ہوتی ہے جو اسے آگے کی طرف دھکیلتی ہے۔ اگر آپ اس ویڈیو کو 4:50 منٹ پر روک کر دیکھیں تو آپ گے کہ ٹریک پر موجود ہر مقناطیسی کوائل کا موجود مقناطیسی کوائلز کے فیلڈ سے ایسے تعامل کرتا ہے کہ اس سے پیدا ہونے والی net force آگے کی طرف ہوتی ہے۔ جیسے ہی ٹرین ٹریک کے اگلے کوائل کے پاس پہنچتی ہے، اگلا کوائل آن ہو جاتا ہے اور پچھلا کوائل آف، اور یوں مقناطیسی فورس کی سمت ہمیشہ آگے کی طرف ہی رہتی ہے۔ ٹریک کے مقناطیسی کوائلز کے سوئچ آن اور سوئچ آف کرنے کی فریکونسی سے ٹرین کی سپیڈ کو کنٹرول کیا جا سکتا ہے۔

ٹرین کو معلق کیسے رکھا جاتا ہے؟

ٹریک کے گائیڈ وے میں اضافی الیکٹریکل کوائلز ہوتے ہیں جو 8 کے ہندسے کی شکل میں ہوتے ہیں۔ ٹرین میں موجود کنڈکٹنگ مقناطیس جو ٹرین کی دائیں اور بائیں دیواروں پر نصب ہوتے ہیں ان کا مقناطیسی فیلڈ یکجا ہو کر ایک مجموعی مقناطیسی فیلڈ پیدا کرتا ہے۔ آپ اس مقناطیسی فیلڈ کو ایک بہت بڑے بار میگنیٹ کی طرح تصور کیجیے جس کا ایک پول ٹرین کی دائیں دیوار کے ساتھ ہے اور دوسرا ٹرین کی بائیں دیوار کے ساتھ۔ جب ٹرین حرکت کرتی ہے تو اس مقناطیس سے پیدا ہونے والا فلکس ٹریک کے گائیڈ ویز میں موجود 8 کے ہندسے کی شکل کے کوائل میں بھی کرنٹ پیدا کرنے کی کوشش کرتا ہے۔ اگر ٹرین کا مقناطیسی فیلڈ ان کوا کے عین درمیان میں ہے تو اس کوائل کے اوپر کے حصے میں کرنٹ ایک طرف اور نیچے کے حصے میں کرنٹ دوسری طرف فلو کرنے کی کوشش کرتا ہے۔ یہ دونوں کرنٹ چونکہ ایک دوسرے کی مخالف سمت میں ہیں اس لیے یہ ایک دوسرے کو زائل کر

دیتے ہیں اور ان 8 کے ہندسوں کی شکل کے کوائلز میں کوئی کرنٹ فلو نہیں کرتا۔ تاہم اگر ٹرین کا مقناطیسی فیلڈ ان کوائلز کے عین درمیان میں نہ ہو بلکہ کوائل کے نچلے حصے میں ہو تو پھر کوائل کے نچلے حصے میں زیادہ کرنٹ بنے گا اور اوپر کے حصے میں کم۔ یعنی اس صورت میں اس 8 کے ہندسے کی شکل کے کوائل میں اب کرنٹ فلو کرے گا۔ اس کرنٹ کی وجہ سے اس کوائل کے اوپر کے حصے میں مقناطیس کا جنوبی پول بنے گا اور نچلے حصے میں شمالی پول۔ اس کا نتیجہ یہ ہو گا کہ ٹرین میں موجود سپر کنڈکٹنگ مقناطیس پر اوپر کی طرف ایک قوت اپلائی ہو گی۔ اگر اوپر کی طرف لگنے والی یہ قوت کشش ثقل کی قوت سے زیادہ ہو گی تو یہ مقناطیس (اور اس کے ساتھ پوری ٹرین) اوپر کی طرف اٹھنے لگے گا۔ یعنی جب تک ٹرین میں موجود یہ سپر کنڈکٹنگ مقناطیس ٹریک کے گائیڈ ویز میں موجود 8 کے ہندسے کی شکل کے کوائل کے مرکز سے نیچے ہو گا، مقناطیس میں اوپر کی طرف قوت پیدا ہوتی رہے گی اور ٹرین زمین سے اوپر کی طرف اٹھی رہے گی۔

جب ٹرین میں موجود مقناطیس اوپر کی طرف اٹھتا ہے (یعنی ٹرین ہوا میں اوپر اٹھنے لگتی ہے) تو ٹریک میں 8 کے ہندسے کی شکل کے کوائل کے اوپر اور نیچے کے حصے میں کرنٹ کا فرق کم ہو جاتا ہے اور مقناطیس پر اوپر کی سمت قوت کم ہو جاتی ہے۔ جب اوپر کی سمت فورس عین کشش ثقل کی فورس کے برابر ہو جاتی ہے تو ٹرین مزید بلند نہیں ہوتی بس ہوا میں معلق ہو جاتی ہے۔ اس حالت میں ٹرین زمین پر بچھے ٹریک کی سطح سے 3.9 انچ بلند ہوتی ہے۔ ٹرین کی رفتار جس قدر زیادہ ہو گی اسی قدر ٹرین پر اوپر کی سمت قوت بھی زیادہ پیدا ہو گی۔ جب ٹرین ساکن ہوتی ہے تو اوپر کی طرف کوئی قوت پیدا نہیں ہوتی اور یہ ٹرین ہوا میں معلق نہیں ہو سکتی۔ اس لیے ٹرین جب کھڑی ہوتی ہے یا جب سست رفتار سے چل رہی ہوتی ہے تو اس کا وزن اس کے ٹائروں پر ہوتا ہے۔ جب ٹرین کی رفتار ایک خاص حد سے بڑھ جاتی ہے تو اس پر اوپر کی طرف قوت اتنی زیادہ ہو جاتی ہے کہ یہ ہوا میں معلق ہو جاتی ہے۔ اس وقت ٹرین کے ٹائر اٹھا لیے جاتے ہیں یعنی retract کر لیے جاتے ہیں، بالکل اسی طرح جس طرح پرواز کے بعد جہاز کے پر فولڈ کر لیے جاتے ہیں۔

ٹرین کو ٹریک کے اوپر کیسے رکھا جاتا ہے؟

اب ہم ٹرین کے گائیڈنس سسٹم (guidance system) کی بات کریں گے جو معلق ٹرین کو ٹریک کی دیواروں کے درمیان رکھتا ہے اور اسے دیواروں سے ٹکرانے سے محفوظ رکھتا ہے۔ کا ٹریکنگ سسٹم نسبتاً سادہ اور آسان ہے۔ ہم نے دیکھا تھا کہ ٹرین ٹریک کے گائیڈ ویز میں دونوں طرف 8 کے ہندسے کی شکل کے کوائلز نصب ہیں جو ٹرین میں لفٹ پیدا کر کے اسے معلق رکھتے ہیں۔ یک کے دائیں اور بائیں طرف کے کوائلز کو تاروں کے ذریعے آ میں منسلک کر دیا جاتا ہے تاکہ اگر دائیں

اور بائیں کوائل میں کوئی پوٹینشل ڈفرنس ہو تو ان کے درمیان کرنٹ فلو کر سکے۔ اگر ٹرین ٹریک کے عین درمیان میں ہے تو دائیں طرف کے کوائل اور بائیں طرف کے کوائل میں پیدا ہونے والا کرنٹ اور وولٹیج برابر ہوں گے اس لیے انہیں آپس میں مسلک کرنے والی تاروں میں کوئی کرنٹ نہیں ہو گا۔

فرض کیجے کہ ٹرین ٹریک کے مرکز میں ہونے کے بجائے ذرا دائیں طرف ہو رہی ہے۔ اس صورت میں دائیں اور بائیں طرف والے گائیڈ ویز میں نصب کوائلز میں وولٹیج برابر نہیں ہو گی یعنی ان کے درمیان پوٹینشل ڈفرنس ہو گا۔ اس پوٹینشل ڈفرنس کی وجہ سے انہیں آپس میں منسلک کرنے والی تاروں میں کرنٹ فلو کرنے لگے گا۔ اس وجہ سے کوائلز میں بہنے والے کرنٹ کی مقدار بھی تبدیل ہو جائے گی اور ایک سائیڈ والے کوائل میں کرنٹ زیادہ ہو گا اور دوسرے والے میں کم۔ اس صورت میں ٹرین کے سپر کنڈکٹنگ مقناطیس اور 8 کے ہندسے کی شکل والے کوائلز سے پیدا ہونے والے مقناطیسی فیلڈ کی سمت ایسی ہو گی کہ ٹرین پر اوپر کی طرف قوت تو وہی رہے گی جو پہلے تھی لیکن اب اس پر ایک نئی قوت بھی موجود ہو گی جو اسے بائیں طرف دھکیلے گی۔ اس نئی قوت کی وجہ سے ٹرین دوبارہ ٹریک کے درمیان میں آ جائے گی۔ جیسے جیسے ٹرین ٹریک کے درمیان آتی جائے گی دونوں کوائلز میں وولٹیج کا فرق کم ہوتا جائے گا اور ٹرین پر بائیں طرف لگنے والی قوت بھی کم ہوتی جائے گی۔ جب ٹرین ٹریک کے عین درمیان میں پہنچ جائے گی تو یہ پوٹینشل ڈفرنس صفر ہو جائے گا۔ اس طرح ٹرین انتہائی تیز رفتار سے چلنے کے باوجود ہمیشہ ٹریک کے عین درمیان میں رہتی ہے۔

ٹرین کو بجلی کیسے سپلائی کی جاتی ہے؟

ٹرین میں موجود سپر کنڈکٹنگ مقناطیسی سسٹم کو ٹھنڈا رکھنے کے لیے جو سسٹمز نصب کیے گئے ہیں انہیں کام کرنے کے لیے بہت زیادہ برقی قوت کی ضرورت ہوتی ہے۔ اس کے علاوہ ٹرین میں سیفٹی کے سسٹمز، مسافروں کی سہولت کے لیے لائیٹیں اور دیگر سہولت کی دوسری چیزوں کے لیے بھی برقی قوت درکار ہوتی ہے۔ سوال یہ ہے کہ اس قدر تیز رفتار ٹرین کو بجلی کیسے سپلائی کی جائے۔

ٹرین کو بجلی سپلائی کرنے کے لیے Inductive Power Collection کا سسٹم استعمال کیا جاتا ہے۔ ٹرین کے ٹریک کے نیچے تار بچھے ہوئے ہیں جن میں بجلی کا کرنٹ موجود ہوتا ہے۔ ٹرین کے نچلے حصے میں بھی برقی کوائلز نصب ہوتے ہیں۔ جب یہ کوائلز ٹریک کے نیچے نصب تاروں کے اوپر سے گذرتے ہیں تو ٹرین کے کوائلز میں بھی کرنٹ پیدا ہو جاتا ہے (بالکل اسی طرح جس طرح ٹرانسفارمر کے پرائمری کوائل میں کرنٹ بہہ رہا ہو تو برقی انڈکشن کی وجہ سے سیکنڈری کوائل میں بھی کرنٹ

بہنے لگتا ہے)۔ اس کرنٹ سے ٹرین کے تمام سسٹمز کو بجلی سپلائی کی جاتی ہے۔

ٹرین میں موجود مقناطیسی فیلڈ بہت طاقتور ہوتا ہے اور مسافروں کی صحت کو متاثر کر سکتا ہے۔ مسافروں کو اس مقناطیسی فیلڈ سے محفوظ رکھنے کے لیے مقناطیسی شیلڈ استعمال کی جاتی ہے جو مقناطیسی فیلڈ کو مسافروں تک نہیں پہنچنے دیتی۔

مقناطیسی ٹرین کے ٹرائلز کا آغاز 1997 میں ہوا۔ یہ ٹرائلز دس سال تک چلتے رہے اور انتہائی کامیاب رہے۔ ان ٹرائلز میں مقناطیسی ٹرین کی رفتار 603 کلومیٹر فی گھنٹہ تک حاصل کی گئی جو ابھی تک ایک ریکارڈ ہے۔ ان کامیاب ٹرائلز کی وجہ سے جاپان کی حکومت نے ٹوکیو اور ناگویا کے شہروں کے درمیان مقناطیسی ٹرین کے کمرشل استعمال کی منظوری دے دی ہے۔ اس سروس کا آغاز 2027 تک متوقع ہے۔

اوریجنل انفارمیشن کا لنک:

https://www.youtube.com/watch?v=XjwF-STGtfE

کیمرہ کے لینز کیسے بنائے جاتے ہیں؟

ٹیلی ویژن کے یہ لینز اپنی زندگی کا آغاز کسی انجینیئر کے بہترین اور بے کم و کاست ڈیزائن سے کرتے ہیں۔ ہیرے لگا بلیڈ اعلیٰ ترین معیار کے شیشے کو کاٹتا ہے جب کہ ایک خاص مائع اس بلیڈ کو ٹھنڈا رکھتا ہے اور اسے جلنے سے محفوظ رکھتا ہے۔ یہ ٹکڑے ایک اور ہیرے لگی drill مشین میں پہنچائے جاتے ہیں جہاں اسے چھوٹی چھوٹی ٹکیوں کی شکل میں کاٹا جاتا ہے۔ اس ڈرل کو چلانے والے اس بات کا خاص خیال رکھتے ہیں کہ شیشے کا ضیاع کم سے کم ہو۔ اس اعلیٰ درجے کے شیشے کے ایک کلوگرام کے ٹکڑے کی لاگت ایک ہزار ڈالر تک ہو سکتی ہے۔ اس کی کٹوتی کے دوران شیشے کے اس ٹکڑے کو ایک اور پتلے شیشے کی ٹرے پر موم جما کر اس کے اوپر رکھا جاتا ہے۔ جب اس موم کو پگھلایا جاتا ہے تو یہ ٹکیاں آسانی سے الگ ہو جاتی ہیں۔ اس کے بعد ہر ٹکیا کو تیزی سے گھمایا جاتا ہے اور ایک کھردرے پہیے سے اس کی شکل میں گولائی پیدا کی جاتی ہے اور یہ عدسہ بن جاتا ہے۔ ماہرین ہر عدسے کا بغور معائنہ کرتے ہیں تاکہ ٹوٹے پھوٹے عدسوں کو الگ کیا جا سکے۔ یہ عدسہ بالکل سپاٹ معلوم ہوتا ہے۔ اس تارکول جیسی شے ء کو pitch کہا جاتا ہے۔ عدسوں کے ارد گرد ٹیپ سے دیوار کھڑی کی گئی ہے جو pitch کو عدسوں دیتی۔ عدسوں کے نچلے حصے کو پوری طرح pitch سے ڈھانپ دیا جاتا ہے۔

pitch سے ڈھکے ہوئے بہت سے عدسوں کو ایک دھات کے شیل پر جمایا جاتا ہے۔ کارکن ایلومینیم کا ایک گرم اوزار استعمال کرتے ہیں جسے blocking body کہا جاتا ہے۔ اس اوزار کو pitch سے ڈھکے ہوئے عدسوں پر دباؤ کے ساتھ رکھا جاتا ہے۔ pitch پگھل کر اس اوزار کے ساتھ جڑ جاتی ہے اور ٹھنڈے پانی کی وجہ سے ٹھوس بن کر عدسوں کو جکڑ لیتی ہے۔ اس blocking body کو الٹا کر اس پر گول ریتی پھیری جاتی ہے جس سے عدسوں کی سطح ہموار اور یکساں ہو جاتی ہے۔ اس کے بعد ان عدسوں کو ایک گھنٹے تک ایک پالش کرنے والی مشین میں رکھا جاتا ہے اور اسے بہت مہین abrasive یعنی گھسانے والے میٹیر سے رگڑا جاتا ہے۔ اس طرح پالش کرنے سے عدسہ شفاف اور مزید ہموار ہو جاتا ہے اور ان کی گولائی میں بھی اضافہ ہو جاتا ہے۔

ان عدسوں کو بلاک سے نکال کر ان کی کٹائی کر کے ان کے قطر کو کم کیا جاتا ہے۔ ایک خوردبین کو استعمال کرتے ہوئے کارکن اس عدسے کو تانبے کے دو حصوں کے درمیان رکھتا ہے۔ ہیرے لگا بلیڈ اس عدسے کو کاٹتا ہے اور کارکن اس سارے عمل کی نگرانی کرتا ہے تاکہ عدسے کا قطر اور اس کا محور اس کے مرکز پر ہی رہے۔ بہت سے عدسوں کو ایک گول rack پر لگایا جاتا ہے جسے planet کہا جاتا ہے۔ انہیں اب ایک vacuum chamber میں رکھا جاتا ہے۔ اس چیمبر کا دروازہ بند کرنے کے بعد

planet اس چیمبر میں گھومتا ہے اور الیکٹران کی ایک شعاع موجود کیمیائی مرکب کو بخارات میں تبدیل کر دیتی ہے اور یہ بخارات عدسے کے اوپر ایک بہت باریک حفاظتی تہہ بنا دیتے ہیں جس سے عدسہ خراشوں سے محفوظ رہتا ہے۔ ایک کمپیوٹر بخارات کی تعداد اور تہہ کی موٹائی کی نگرانی کرتا ہے۔

اس عمل کو مکمل ہونے میں تین گھنٹے درکار ہوتے ہیں۔ اس کے بعد لینز کو صاف کیا جاتا ہے اور اس بات کی یقین دہانی کی جاتی ہے کہ اس میں کوئی سقم نہیں ہے۔ اس کے بعد کیمرہ لینز کو اسمبل کیا جاتا ہے۔ یہ عدسہ مقعر یعنی concave ہے۔ یہ کارکن اس عدسے کو ایک محفوظ جگہ پر رکھتا ہے اور ایک دوسرے عدسے کا معائنہ کرتا ہے جو کہ محدب ہے۔ یہ محدب عدسہ ایک اور کارکن کے پاس جاتا ہے جو اسے ایک اور اوزار میں جکڑتا ہے۔ یہ کارکن ایک خوردبین کے ذریعے اس عدسے کا معائنہ کرتا ہے اور اس بات کی تصدیق کرتا ہے کہ اس کا مرکز درست ہے۔ اس اوزار میں عدسے کو جکڑنے کے لیے موم کا استعمال کیا جاتا ہے۔ اس کے بعد عدسے کو ایک بار پھر صاف کیا جاتا ہے۔ اگلے مرحلے پر جانے سے پہلے یہ ضروری ہے کہ دونوں عدسے بالکل شفاف ہوں اور ان پر گرد کا کوئی ذرہ نہ ہو۔ ورنہ یہ گرد کے ذرات لینز میں مستقل طور پر مقید ہو جائیں گے اور اس لینز سے شبیہہ درست نہیں بن سکے گی۔ یہ اطمینان کر لینے کے بعد کہ دونوں عدسے گرد و غبار سے پاک ہیں یہ کارکن ایک خاص کیمیکل سیمنٹ استعمال کرتی ہے جو ان عدسوں کو جوڑنے کے کام آتا ہے۔ یہ کیمیکل سیمنٹ عدسے کے مرکز میں لگایا جاتا ہے اور پھر مقعر عدسے کے ایک آخری معائنے کے بعد ان دونوں عدسوں کو جوڑ دیا جاتا ہے تاکہ یہ عدسے لینز کے خول میں ا دوسرے سے سرک کر الگ نہ ہوں۔ گرد و غبار کے ایک اور معائنے کے بعد اس لینز کو ایک خوردبین کے نیچے رکھا جاتا ہے تاکہ دونوں عدسوں کو ایک قطار میں اس طرح رکھا جائے کہ ان کے مراکز بالکل ایک سے ہوں۔

چونکہ ابھی تک سیمنٹ خشک نہیں ہوا اس لیے دونوں عدسوں کو ہلا جلا کر درست پوزیشن میں بٹھایا جا سکتا ہے۔ اگلے مرحلے میں لینز کا خول تیار کیا جاتا ہے جس میں یہ عدسے لگائے جائیں گے۔ ایک خودکار خرا مشین سے لینز کے خول پر وہ حروف کھود کر لکھے جاتے ہیں جن سے فوٹوگرافر کو لینز کی فوکل لینتھ یعنی طولِ ماسکہ، اپرچر کا سائز اور دوسرے ایسے اعداد کے بارے میں معلومات ملتی ہیں جو درست شبیہہ بنانے کے لیے درکار ہوتی ہیں۔ کارکن ان تمام اجزاء کی ایک بار پھر پڑتال کرتے ہیں اور اس کے بعد لینز کو اسمبل کیا جاتا ہے۔ سب سے پہلے ایک عدسے کو لینز کے خول میں نصب کیا جاتا ہے اور اس کے بعد یکے بعد دیگرے دوسرے عدسوں کو مناسب فاصلوں پر نصب کیا جاتا ہے۔ مناسب فاصلے کو یقینی بنانے کے لیے دھات کے بنے spacers استعمال ہوتے ہیں تاکہ لینز کی مدد سے کیمرے کی ہر شبیہہ صحیح بنے اور فوکس میں رہے۔ ان عدسوں کو نصب کرنے کے درمیانی وقفے میں

لینز کے خول کو خاص پلاسٹک سے ڈ   نپ دیا جاتا ہے تا کہ لینز گرد و غبار سے محفوظ رہ سکے۔ اس مرحلے پر گرد و غبار کا ایک ذرہ بھی لینز کی کار   دگی کو متاثر کر سکتا ہے۔ tweezer کو استعمال کرتے ہوئے اب اس خول میں آخری عدسے کو نصب کیا جاتا ہے اور دھات کے ایک ring سے تمام عدسوں کو اپنی جگہ پر فکس کر دیا جاتا ہے۔ اس کے بعد ایک آخری پڑتال کی جاتی ہے جس میں لینز کی ہر زاویے سے جانچ کی جاتی ہے۔ اس قسم کے ایک لینز کو مکمل طور پر اسمبل کرنے میں چھ ہفتے کا وقت درکار ہوتا ہے۔

ویڈیو لنک:

https://www.youtube.com/watch?v=qZtYSE-ZwAI

اے سی اور ڈی سی بجلی

(یہ ایک انگریزی ویڈیو کا ترجمہ ہے، بہتر سمجھ کیلئے آ میں دیا گیا لنک دیکھیں)

اس ویڈیو میں ہم اے سی اور ڈی سی بجلی کے فرق کو واضح کریں گے اور دونوں کے فوائد اور نقصانات پر بحث کریں گے۔

پہلے ہم ڈی سی یعنی ڈائرکٹ کرنٹ کی بات کرتے ہیں۔

ڈائرکٹ کرنٹ صرف ایک سمت میں ہی بہتا ہے۔ مثال کے طور پر بیٹری سے چلنے والی چیزوں مثلاً ریموٹ کنٹرول میں ڈی سی کرنٹ بہتا ہے۔ اس سرکٹ کے نچلے حصے میں ایک بیٹری دکھائی گئی ہے۔ بیٹری سے الیکٹران خارج ہوتے ہیں جو پوٹینشل کے فرق کی وجہ سے سرکٹ کی تاروں سے گذرتے ہوئے بجلی کے کرنٹ کی صورت میں بیٹری کے دوسرے سرے تک پہنچتے ہیں۔ جب تک بیٹری موجود ہے یہ کرنٹ ایک ہی سمت میں بہتا رہے گا۔ ڈی سی کرنٹ تھامس ایڈیسن کی وجہ سے مقبول ہوا۔ تھامس ایڈیسن نے بیٹری سے بجلی پیدا کی اور اس سے گھروں کو روشن کیا۔ اس وقت تک ہر جگہ صرف ڈی سی کرنٹ ہی استعمال ہوتا تھا۔ پھر ایسا ہوا کہ نکولائی ٹیسلا میدان میں اترا اور اس نے اے سی یعنی alternating current ایجاد کیا۔ آج کل ٹیسلا کے نام پر ایک بجلی سے چلنے والی کار بھی بنائی جارہی ہے۔

اے سی کرنٹ مختلف طریقے سے کام کرتا ہے۔ جیسا کہ اس کے نام سے ظاہر ہے اس کی سمت مسلسل تبدیل ہوتی رہتی یعنی یہ دو سمتوں میں بہتا ہے۔ سرکٹ میں بائیں سے دا تو کبھی دائیں سے بائیں۔ آج کل تقریباً ہر جگہ اے سی کرنٹ ہی استعمال ہوتا ہے۔ آج کل امریکہ میں 60 ہرٹز کا کرنٹ استعمال ہوتا ہے یعنی یہ ایک سیکنڈ میں 60 مرتبہ اپنی سمت تبدیل کرتا ہے۔ ایک منٹ میں نہیں بلکہ ایک سیکنڈ میں 60 مرتبہ۔ یعنی کرنٹ کی سمت ایک سیکنڈ میں 60 مرتبہ تبدیل ہوتی ہے۔ ہم اس تجربے میں یہ آ نی سے دیکھ سکتے ہیں۔ پہلے ہم ڈی سی کرنٹ کو دیکھتے ہیں۔ اس کارٹون میں آپ دیکھ رہے ہیں کہ الیکٹران مسلسل صرف ایک ہی سمت میں حرکت کر رہے ہیں۔ اس کے نچلے حصے میں نیلے رنگ کی بیٹری ہے جو توانائی فراہم کر رہی ہے۔ اس توانائی کی بدولت الیکٹران ایک سمت میں حرکت کر رہے ہیں۔ اس کے برعکس اے سی کرنٹ کی سمت تبدیل ہوتی رہتی ہے۔ اس کارٹون میں آپ دیکھ سکتے ہیں کہ الیکٹران بہت تیزی سے حرکت تو نہیں کر رہے لیکن وہ آگے پیچھے حرکت کر رہے ہیں۔ ان کی سست حرکت صرف آپ نے کے لیے دکھائی گئی ہے۔ حقیقت میں الیکٹران بہت تیزی سے حرکت کرتے ہیں۔ ایک اور چیز جس پر آپ نے شاید غور کیا ہو کہ اے سی کرنٹ والے اس سرکٹ میں بلب مسلسل روشن نہیں رہتے جیسا کہ ڈی سی کرنٹ کی صورت میں تھا بلکہ وہ جل بجھ رہے ہیں۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ جب الیکٹران اپنی حرکت کی سمت تبدیل کرتے ہیں تو ایک لمحے کے

لیے وہ رک جاتے ہیں۔ حقیقی بلب میں آپ بجھنے کا عمل نہیں دیکھ سکتے کیونکہ یہ لمحہ اتنا مختصر ہوتا ہے کہ بلب کی تار کو ٹھنڈا ہونے کا وقت ہی نہیں ملتا اور کرنٹ دوبارہ الٹی سمت میں بہنا شروع ہو جاتا ہے۔ یاد رکھیے کہ بلب میں بجلی کی تار گرم ہوتی ہے تو بلب روشن ہوتا ہے۔

اس وجہ سے آپ اس لمحے کا مشاہدہ نہیں کر پاتے جس لمحے کرنٹ رک کر مخالف سمت میں بہنا شروع کرتا ہے۔ اگرچہ حقیقت میں اے سی کرنٹ ایک سیکنڈ میں 60 دفعہ اپنی سمت تبدیل کرتا ہے۔ لیکن اس کارٹون میں اسے ایک سیکنڈ میں صرف ا فعہ بدلتے دکھایا گیا ہے۔ اگر ہم اس کی رفتار دگنا کر دیں یعنی ایک سیکنڈ میں دو دفعہ کرنٹ کی سمت تبدیل کریں تو آپ دیکھ سکتے ہیں کہ بلب زیادہ تیزی سے جلنے بجھنے لگے ہیں۔ اس رفتار کو ا تیس گنا بڑھا دیا جائے یعنی کرنٹ کی سمت ایک سیکنڈ میں ساٹھ مرتبہ تبدیل ہو تو آپ جلنے اور بجھنے کے عمل کو نہیں دیکھ پائیں گے اور آپ کو یہ بلب مسلسل جلتے محسوس ہوں گے۔ اگر آپ اپنے گھر میں بلب کو مسلسل جلتے دیکھیں تو اب آپ یہ بات جان گئے ہیں کہ ان میں کرنٹ ایک سیکنڈ میں ساٹھ مرتبہ اپنی سمت تبدیل کر رہا ہے۔

اب ہم آپ کو یہ سمجھانا چاہتے ہیں کہ اے سی بجلی کیسے بنتی ہے۔ یاد رکھیے کہ ایک جیسے چارج ا دوسرے کو پرے دھکیلتے ہیں اور متضاد چارج ایک دوسرے کو اپنی طرف کھینچتے ہیں۔ اے سی کرنٹ بنانے کے لیے مقناطیس کو تیزی سے حرکت دی جاتی ہے۔ یہ ایک مقناطیس ہے جس کے دو قطب ہیں شمالی اور جنوبی۔ اسے آپ مثبت اور منفی پول بھی تصور کر سکتے ہیں۔ یہ ایک تار کا لچھا ہے جس میں الیکٹرانز ہیں۔ اگر ہم اس مقناطیس کو گھمانا شروع کر دیں تو اس کی وجہ سے تار میں الیکٹران آگے پیچھے حرکت کرنا شروع دیتے ہیں۔

طیس کے دو متضاد پول الیکٹرا کو دو متضاد سمتوں میں حرکت کرنے پر مجبور کرتے ہیں۔ یہی وہ اصول ہے جسے استعمال کرتے ہوئے پاور کمپنیاں اے سی کرنٹ پیدا کرتی ہیں۔ ان کے پاس دیو ہیکل مقناطیس ہوتے ہیں جو تاروں کے لچھوں کے درمیان تیزی سے گھومتے ہیں جس سے ان تاروں کے الیکٹران حرکت کرنے لگتے ہیں۔ ہمارے گھروں میں آنے والی اے سی بجلی اسی طرح پیدا ہوتی ہے۔ آپ اس کارٹون میں الیکٹرانز کو حرکت کرتے دیکھ سکتے ہیں جن کی وجہ سے بلب روشن ہو جاتا ہے۔ اگر یہ مقناطیس ایک سیکنڈ میں 60 دفعہ گھوم رہا ہو یعنی ایک منٹ میں 6060 X یا 3600 دفعہ گھوم رہا ہو تب کہیں جا کر یہ 60 ہرٹز کی بجلی پیدا کرے گا۔ پاور کمپنی کے جنریٹرز میں بڑے مقناطیس 3600 چکر فی منٹ کی رفتار سے ہی گھومتے ہیں اور یوں یہ اے سی بجلی پیدا ہوتی ہے اور آُپ کے گھر تک پہنچتی ہے۔

ویڈیو لنک

https://www.youtube.com/watch?v=BcIDRet787k

موٹر کیسے کام کرتی ہے؟

ایک سادہ انڈکشن موٹر میں ایک لوہے کا جنگلہ بجلی کی تاروں کے تین لچھوں یا coils کے اندر رکھا ہوتا ہے۔ جب ہم بجلی کی تاروں کے coils میں سے AC کرنٹ گذارتے ہیں تو لوہے کے جنگلے میں ایک قوت پیدا ہوتی ہے جو اسے گھومنے پر مجبور کرتی ہے۔

انڈکشن موٹر کی کارکردگی کو سمجھنے کے لیے ہمیں برقی مقناطیست کے بارے میں صرف دو باتیں جاننا ضروری ہیں۔ پہلی بات یہ ہے کہ ایک ہی قسم کے چارج کے حامل ذرات جب ایک ہی سمت میں حرکت کرتے ہیں تو وہ ایک دوسرے میں مقناطیسی کشش پیدا کرتے ہیں۔ جب یہی ذرات ایک دوسرے کی مخالف سمت میں حرکت کرتے ہیں تو وہ ایک دوسرے کو مقناطیسی طور پر پرے دھکیلتے ہیں۔ دوسری بات یہ ہے کہ تمام ایسے چارج کے حامل ذرات جو حرکت میں ہوں ایک مقناطیسی میدان پیدا کرتے ہیں اور مقناطیسی میدان اپنی قوت میں تبدیلی کو پسند نہیں کرتے۔ چنانچہ جب ہم مقناطیسی میدان کی قوت کو تبدیل کرنے کی کوشش کریں تو یہ بدلتی ہوئی مقناطیسیت بجلی کی تاروں میں کرنٹ پیدا کرے گی اور اس بجلی کے کرنٹ کی وجہ سے چارج کے حامل ذرات اس طرح حرکت کریں گے کہ مقناطیسیت میں تبدیلی کا اثر زائل ہو جائے۔

تینوں coils میں حرکت کرتے ہوئے چارجڈ پارٹیکلز مقناطیسی میدان پیدا کرتے ہیں جیسا کہ یہاں دکھایا گیا ہے۔ ان تینوں مقناطیسی میدانوں کا مجموعہ ایک ایسا مقناطیسی میدان ہے جو گھوم رہا ہے۔ اس گھومتے ہوئے مقناطیسی میدان کا اثر بالکل وہی ہوتا ہے جو کہ چارجڈ پارٹیکلز کے ایک واحد گھومتے ہوئے حلقے سے پیدا ہوتا ہے۔

اس گھومتے ہوئے مقناطیسی میدان کا اس لوہے کے جنگلے پر کیا اثر ہوتا ہے یہ سمجھنے کے لیے آئیے پہلے یہ جان لیں کہ اگر لوہے کے جنگلے کا صرف ایک حلقہ ہو تو کیا ہو گا۔ اسے ہم لوہے کا ایک حلقہ تصور کر سکتے ہیں۔ جیسے جیسے مقناطیسی میدان گھومتا ہے ویسے ویسے اس حلقے میں سے گزرتے ہوئے مقناطیسی میدان کی مقدار مسلسل بدلتی رہتی ہے۔ مقناطیسی میدان تبدیلی کو پسند نہیں کرتے۔ اگر چارجڈ پارٹیکلز کے دو حلقے ہوں جو گھوم رہے ہوں اور ہم ان میں سے ایک حلقے کو روک کر مقناطیسی میدان کی قوت کو کم کرنا چاہیں تو رکا ہوا حلقہ خود بخود گھومنے لگے گا تاکہ مقناطیسی میدان کی قوت میں کمی کو زائل کر سکے اور مقناطیسی میدان کی قوت کی مقدار پہلے جتنی رہے۔ اگر ہم مقناطیسی میدان کی قوت بڑھانے کے لیے ایک حلقے کے گھومنے کی رفتار کو بڑھا دیں تو دوسرا حلقہ مخالف سمت میں گھومنے لگے گا تاکہ مقناطیسی میدان میں بڑھاؤ کو زائل کر سکے اور مقناطیسی میدان کی قوت کی مقدار پہلے جتنی رہے۔

جب بجلی کے تار کا گھومتا ہوا حلقہ لوہے کے حلقے کی طرف آتا ہے تو لوہے کے حلقے میں مقناطیسی میدان بڑھ جاتا ہے اور جب بجلی کے تار کا یہی گھومتا ہوا حلقہ لوہے کے حلقے سے دور جانے لگتا ہے تو لوہے کے حلقے میں مقناطیسی میدان میں کمی واقع ہونے لگتی ہے۔ اور جب بجلی کے تار کا حلقہ دوبارہ لوہے کے حلقے کی طرف آنے لگتا ہے تو مقناطیسی میدان میں پھر اضافہ ہو جاتا ہے۔ لوہے کے حلقے میں بھی چار جڈ پار ٹیکلز ہیں جو آزادانہ طور پر حرکت کر سکتے ہیں۔ چنانچہ جب بجلی کی تاروں کا حلقہ لوہے کے حلقے سے دور جا رہا ہوتا ہے اس وقت لوہے کے حلقے میں مقناطیسیت کم ہو رہی ہوتی ہے چنانچہ لوہے کے حلقے میں موجود چار جڈ پار ٹیکلز اسی سمت میں حرکت کرتے ہیں جس سمت میں وہ تار کے حلقے میں کر رہے ہوتے ہیں تا کہ مقناطیسی میدان میں تبدیلی نہ ہو۔ جب بجلی کے تار کا حلقہ لوہے کے حلقے کی طرف آ رہا ہوتا ہے تو لوہے کے حلقے میں مقناطیسیت بڑھ رہی ہوتی ہے اس لیے لوہے کے حلقے میں چار جڈ پارٹیکلز مخالف سمت میں حرکت کرنے لگتے ہیں تا کہ مقناطیسی میدان میں تبدیلی نہ ہو۔ اس کے بعد جب بجلی کی تار کا حلقہ ہے کے حلقے سے دور جانے لگتا ہے تو لوہے کے حلقے میں موجود چار جڈ پار ٹیکلز دوبارہ اسی سمت میں حرکت کرنے لگتے ہیں جس سمت میں وہ بجلی کی تار کے حلقے میں کرتے ہیں۔ جب چار جڈ پار ٹیکلز ایک ہی سمت میں حرکت کرے ہیں تو ان کے درمیان مقناطیسی کشش پیدا ہوتی ہے۔ جب بجلی کے تار کا حلقہ لوہے کے حلقے کی طرف حرکت کرتا ہے تو لوہے کے حلقے میں موجود چار جڈ پار ٹیکلز بجلی کی تار کے حلقے کی نسبت مخالف سمت میں حرکت کرتے ہیں۔ جب چار جڈ پار ٹیکلز ایک دوسرے کے مخالف سمت میں حرکت کرتے ہیں تو یہ ایک دوسرے کو پرے دھکیلتے ہیں۔ اس کے بعد جب بجلی کے تار کا حلقہ لوہے کے حلقے سے دور جانے لگتا ہے تو لوہے کے حلقے میں موجود چار جڈ پار دوبارہ اسی سمت میں حرکت کرنے لگتے ہیں جس سمت میں بجلی کے تار کے حلقے میں موجود پار ٹیکلز حرکت کر رہے ہیں اور یوں ان میں دوبارہ ایک مقناطیسی کشش پیدا ہوتی ہے۔ چنانچہ دونوں صورتوں میں لوہے کے حلقے میں ایک قوت پیدا ہوتی ہے جو اسے اسی سمت میں گھومنے پر مجبور کرتی ہے جس سمت میں مقناطیسی میدان گھوم رہا ہے۔ ایسا لوہے کے تمام حلقوں ساتھ ہوتا ہے جو لوہے کے جنگلے میں موجود ہوتے ہیں چنانچہ تمام کا تمام جنگلہ گھومنے لگتا ہے۔

ویڈیو لنک:

https://www.youtube.com/watch?v=I1j1aoELovk

پی این جنکشن

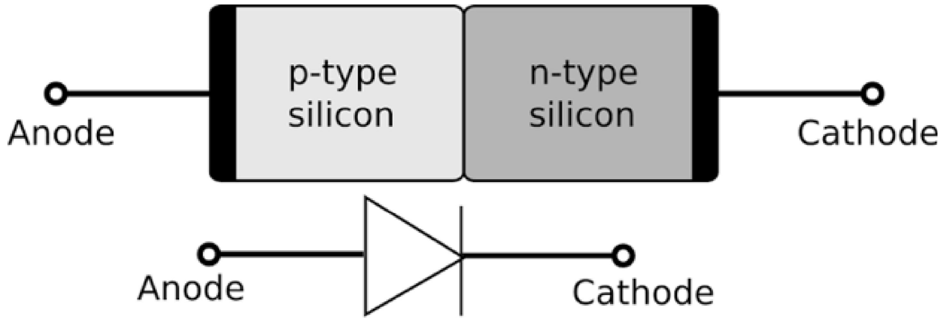
سیمی کنڈکٹر پی ا جگہ دیکھنے کو ملتے ہیں۔ یہ پی این جنکشن الیکٹرانک ڈیوائسز (devices) میں موجود ہوتے ہیں جن میں سولر سیلز جو سورج کی توانائی کو بجلی میں تبدیل کرتے ہیں، روشنی خارج کرنے والے ڈایوڈ جنہیں ایل ای ڈی LED کہا جاتا ہے، اے سی بجلی کو ڈی سی میں تبدیل کرنے والے ریکٹی فائیر اور ٹرانزسٹرز شامل ہیں۔ پی این جنکشن اور نیم موصل یعنی سیمی کنڈکٹرز کو سمجھنے کے لیے ہمیں ایٹمی دنیا میں جانا ہو گا۔

آج کل سب سے زیادہ استعمال ہونے والا سیمی کنڈکٹر سیلیکون ہے۔ سیلیکون کی قلموں یعنی کرسٹلز میں ہر ایٹم اپنے ارد گرد کے چار ایٹموں کے ساتھ الیکٹرانز کی مدد سے کوویلنٹ بانڈز covalent bonds کے ذریعے جڑا ہوتا ہے۔ کم درجہِ حرارت پر یہ الیکٹرانز کوویلنٹ بانڈ میں ہی رہتے ہیں۔ جب سیلیکون کا درجہِ حرارت بڑھتا ہے تو کچھ الیکٹران اس اضافی توانائی کی وجہ سے اپنے بانڈ کو توڑ کر آزاد ہو جاتے ہیں اور یوں بجلی کا کرنٹ گذارنے میں مددگار ہو سکتے ہیں۔ دریں اثنا آس پاس موجود دوسرے الیکٹرانز ان بانڈز میں سے نکلے ہوئے الیکٹرانز کی جگہ لے سکتے ہیں۔ ان الیکٹرانز کو حرکت کرنے کے لیے مزید کسی توانائی کی ضرورت نہیں ہوتی۔ اس ٹوٹے ہوئے بانڈ کو جس میں اب الیکٹران موجود نہیں، سوراخ یا ہول کہا جاتا ہے اور یہ سوراخ بالکل ایسے کام کرتا ہے گویا ایک مثبت چارج رکھنے والا ذرہ ہو۔ اس کے برعکس الیکٹران کا چارج منفی ہوتا ہے۔

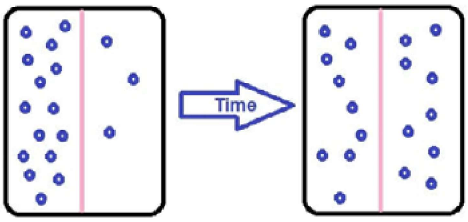
اگر سیلیکون میں تھوڑی سی مقدار میں کسی ایسے عنصر کی ملاوٹ کر دی جائے جس کے آخری شیل میں پانچ الیکٹران ہوں تو ان میں سے چار الیکٹران سیلیکون ایٹم کے ساتھ بانڈز بنا لیں گے اور پانچواں الیکٹران نئے عنصر کے ایٹم کے ساتھ بہت کم توانائی سے جڑا رہے گا۔ اس ملاوٹ کے عمل کو ڈوپنگ doping کہتے ہیں۔ عمومی درجہِ حرارت پر یہ پانچواں ایٹم اپنی حرکی توانائی کی وجہ سے اس ایٹم سے جدا ہو کر آزادانہ پھرنے لگے گا جس کے نتیجے میں یہ ایٹم مثبت چارج اختیار کر لے گا۔ اس وجہ سے اس قدرے ملاوٹ والے سیلیکون میں خالص سیلیکان کی نسبت آزاد الیکٹران کی بہتات ہو جائے گی۔ اس عنصر کی ملاوٹ کی مقدار کو بہت محتاط طریقے سے کنٹرول کیا جا سکتا ہے۔ اس ملاوٹ والے سیمی کنڈکٹر کو N یا نیگیٹو یعنی منفی سیمی کنڈکٹر کہا جاتا ہے کیونکہ اس میں منفی چارج والے الیکٹرانز کی بہتات ہوتی ہے۔ اس قسم کی ملاوٹ کو عطیہ دینے والی (donor) ملاوٹ کہا جاتا ہے کیونکہ اس عنصر کے ایٹم اپنے الیکٹرانز سیلیکون کو عطا کرتے ہیں۔

اسی طرح سیلیکون میں ملاوٹ کسی ایسے عنصر کی بھی کی جا سکتی ہے جس کے آخری شیل میں صرف تین الیکٹرانز ہوں۔ یہ تین الیکٹران سیلیکون کے تین ہمسایہ ایٹمز کے ساتھ بانڈ بنا لیں گے جبکہ چوتھے ہمسائے کا بانڈ الیکٹران سے محروم رہے گا۔ تاہم

عمومی درجہِ حرارت پر آس پاس کے الیکٹران آسانی سے اس چوتھے ہمسائے ایٹم کا بانڈ مکمل کر سکتے ہیں جس سے اس عنصر کے ایٹم کے بانڈ تو مکمل ہو جائیں گے لیکن آس پاس سیلیکون میں ایک سوراخ یا ہول رہ جائے گا۔ ملاوٹ والے عنصر کا ایٹم یہ بانڈ مکمل کر کے منفی چارج حاصل کر لے گا کیونکہ اس میں ایک الیکٹران کا اضافہ ہو جائے گا۔ اس عنصر کی ملاوٹ کی مقدار کو بہت محتاط طریقے سے کنٹرل کیا جا سکتا ہے۔ اس ملاوٹ کی وجہ سے سیلیکون میں ہولز کی تعدا خالص سیلیکون کے مقابلے میں بہت زیادہ ہو جائے گی۔ اس قسم کے سیمی کنڈکٹر کو P یعنی پازیٹیو یا مثبت سیمی کنڈکٹر کہا جاتا ہے کیونکہ اس میں ہولز کی بہتات ہے جو مثبت چارج رکھتے ہیں۔ اس قسم کی ملاوٹ کو وصول کرنے والی (acceptor) ملاوٹ کہا جاتا ہے کیونکہ یہ سیلیکونز سے الیکٹرانز وصول کرتی ہے۔



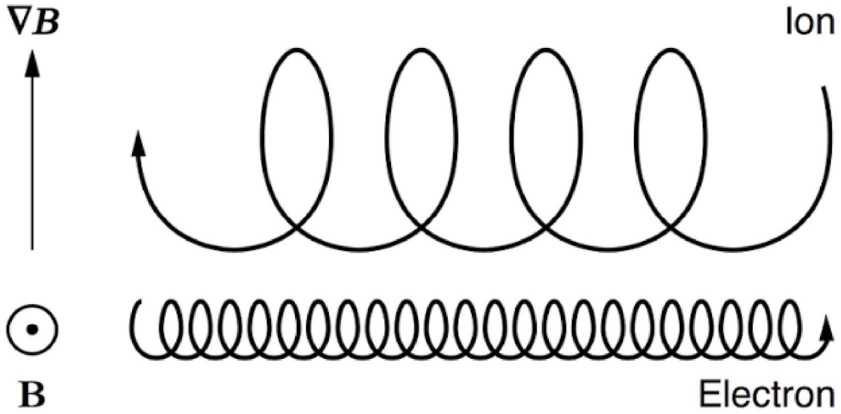
اگر پی ڈوپنگ والے اور این ڈوپنگ والے سیلیکون کے ٹکڑوں کو آپس میں جوڑ دیا جائے تو پی این جنکشن وجود میں آتا ہے جو بہت سی الیکٹرانک ڈیوایسز مثلاً ڈائیوڈ کا بنیادی عنصر ہے۔ اگر ایک ڈائیوڈ کے پی اور این ٹرمنل کے درمیان ایک مثبت وولٹیج لگائی جائے تو یہ دیکھا جا سکتا ہے کہ اس میں سے بہت زیادہ کرنٹ گذرے گا۔ اس کے برعکس اگر ان ٹرمنلز کو بدل کر این اور پی کے درمیان منفی وولٹیج لگائی جائے تو ہم دیکھیں گے کہ اس میں سے بہت ہی کم کرنٹ گذر پائے گا۔ ہر پی ا یہ مظہر دکھاتا ہے کہ کرنٹ ایک سمت میں تو بہہ سکتا ہے لیکن اس کے مخالف سمت میں نہیں۔ یہ پی این جنکشن کی بہت عجیب خاصیت ہے جسے برقی سرکٹس میں جا بجا استعمال کیا جاتا ہے۔



پی این جنکشن کی اس خاصیت کو سمجھنے کے لیے ہمیں وہ دو طریقے سمجھنا ہوں گے جن سے پی این جنکشن میں برقی کرنٹ پیدا ہوتا ہے۔ ان میں سے ایک کو ڈفیوژن (diffu-sion) اور دوسرے کو ڈرفٹ (drift) کہتے ہیں۔ ڈفیوژن کو سمجھنے کے لیے تصور کیجیے کہ ایک ڈبے کے دو حصوں میں دو

الگ الگ رنگوں کے ذرات موجود ہیں۔ اگر انہیں آزادی سے حرکت کرنے دیا جائے تو اس ڈبے کے پورے میں دونوں رنگوں کے ذرات کی تعداد تقریباً ایک جیسی ہوگی۔ ڈفیوژن وہ عمل ہے جس کے ذریعے ذرات زیادہ سے زیادہ حجم پر پھیلنا چاہتے ہیں۔

اس کے برعکس ڈرفٹ اس حرکت کو کہتے ہیں جو ایک برقی فیلڈ کی موجودگی کی وجہ سے ہو۔ یہ برقی فیلڈ مثبت چارج والے ذرات کو ایک طرف حرکت دیتا ہے اور منفی چارج والے ذرات کو اس کی مخالف سمت میں۔ اگر خلا کے کسی علاقے میں کوئی برقی فیلڈ موجود ہو تو اس کی وجہ سے وہاں ایک برقی پوٹینشل بھی موجود ہوگا۔ برقی پوٹینشل اس سمت میں ہوگا جس سمت میں برقی فیلڈ کم ہو رہا ہے۔ یہ تغیر پذیر برقی پوٹینشل ایک رکاوٹ کا کام دیتا ہے جو چارج کی حرکت پر اثر انداز ہوتا ہے۔ اس کا اثر اس مثال سے سمجھا جا سکتا ہے۔



فرض کیجیے ایک جسم ایک خاص رفتار سے کششِ ثقل کی موجودگی میں حرکت کر رہا ہے۔ اگر یہ جسم فضا میں بلند ہوتا ہے تو اپنی کچھ حرکی توانائی کھو دیتا ہے اور اس کے برابر مخفی توانائی حاصل کر لیتا ہے۔ اگر اس کی حرکی توانائی قدرے کم ہو تو یہ جسم کسی اونچی رکاوٹ کو عبور نہیں کر سکتا۔ اس کے برعکس اگر اس کی حرکی توانائی زیادہ ہے تو یہ اس رکاوٹ کو عبور کر لے گا اور اپنی بچی ہوئی حرکی توانائی کی بدولت پھر بھی آگے بڑھتا رہے گا۔ اسی طرح برقی پوٹینشل بھی چارج والے ذرات کے لیے رکاوٹ کا کام کرتا ہے۔ اگر ان ذرات کی حرکی توانائی ایک حد سے زیادہ ہو تو یہ اس برقی پوٹینشل کی رکاوٹ کو عبور کر لیتے ہیں۔

پی این جنکشن بنانے کے عمل کا آغاز 'پی' قسم کے یا 'این' قسم کے ڈوپ کیے ہوئے سیمی کنڈکٹر سے ہوتا ہے۔ اس سیمی کنڈکٹر میں اس کے مخالف قسم کے عنصر کی ملاوٹ کی جاتی ہے۔ اس جنکشن کی ساخت کو سمجھنے اور اس میں ہونے والے اعمال کی تفصیل جاننے کے لیے اس کا ایک سادہ سا ماڈل بنایا جا سکتا ہے۔ اس ماڈل میں پی قسم کے اور این قسم کے سیمی کنڈکٹر کو کامل (یعنی ideal) تصور کیا جاتا ہے۔ آیئے اس ماڈل کی مدد سے ہم پی این جنکشن کو سمجھنے کی کوشش کرتے ہیں۔

پی قسم کے سیمی کنڈکٹر میں سوراخوں یا ہولز کی تعداد این قسم کے سیمی کنڈکٹر کی نسبت بہت زیادہ ہوگی۔ اس وجہ سے پی علاقے کے ہولز ڈفیوژن کی بدولت این علاقے میں جا گھسیں گے جبکہ این علاقے کے الیکٹران پی علاقے میں جا گھسیں گے۔ اس طرح اس جنکشن کے دونوں طرف آزا چارج پارٹیکلز کی کمی واقع ہو جائے گی اور صرف ملاوٹ والے عنصر کے ایٹم رہ جائیں گے جن پر آزاد ذرات کا مخالف چارج ہوگا۔ این علاقے میں مثبت چارج والے ایٹمز رہ جائیں گے اور پی علاقے میں منفی چارج والے۔ ان چارجز کی وجہ سے جنکشن کے آس پاس ایک برقی فیلڈ پیدا ہو جائے گا۔ اس فیلڈ کا برقی پوٹینشل ایک رکاوٹ کی طرح کام کرے گا جو مزید الیکٹرانز اور ہولز کو جنکشن کے پار جانے سے روکے گا۔ جب ڈفیوژن کی وجہ سے کرنٹ ڈرفٹ کی وجہ سے کرنٹ کے برابر ہو جائے گا تو دونوں میں ایک توازن پیدا ہو جائے گا اور اس جنکشن پر برقی پوٹینشل کی مقدار مستقل ہو جائے گی۔ یہ برقی پوٹینشل مزید ڈفیوژن کرنٹ کے لیے رکاوٹ کا کام کرے گا۔

اس جنکشن پر بیٹری کی مدد سے بیرونی پوٹینشل لگانے سے جنکشن پر پوٹینشل کی پیدا کردہ رکاوٹ کی بلندی میں کمی یا بیشی کی جاسکتی ہے۔ اگر پی اور این علاقوں کے درمیان مثبت وولٹیج لگائی جائے تو پوٹینشل کی رکاوٹ کی بلندی کم ہو جاتی ہے۔ یہ کم پوٹینشل الیکٹرانز اور ہولز کو جنکشن میں سے گذرنے سے نہیں روک سکتا اور ڈفیوژن کی وجہ سے مزید کرنٹ پیدا ہوتا ہے۔ اس حالت میں جنکشن کو 'فارورڈ بائیسڈ' (forward biased) کہا جاتا ہے۔ اگر وولٹیج کو الٹ دیا جائے تو این اور پی علاقوں کے درمیان پوٹینشل بڑھ جاتا ہے جس سے الیکٹرانز اور ہولز کا ڈفیوژن ممکن نہیں رہتا اور کرنٹ بہت کم ہو جاتا ہے۔ اس حالت میں جنکشن کو بیک ورڈ بائیسڈ (backward biased) کہا جاتا ہے۔ اس طرح بیرونی وولٹیج لگانے سے پی این جنکشن میں کرنٹ کی مقدار کو کنٹرول کیا جاسکتا ہے۔

امید ہے اب آپ کو اندازہ ہو گیا ہوگا کہ پی این جنکشن میں کرنٹ صرف ایک طرف ہی بہہ سکتا ہے۔ اگر پوٹینشل کی رکاوٹ کم کی جائے تو کرنٹ بہت زیادہ بڑھ جاتا ہے اور اگر پوٹنشل کو بڑھا دیا جائے تو کرنٹ رک جاتا ہے۔

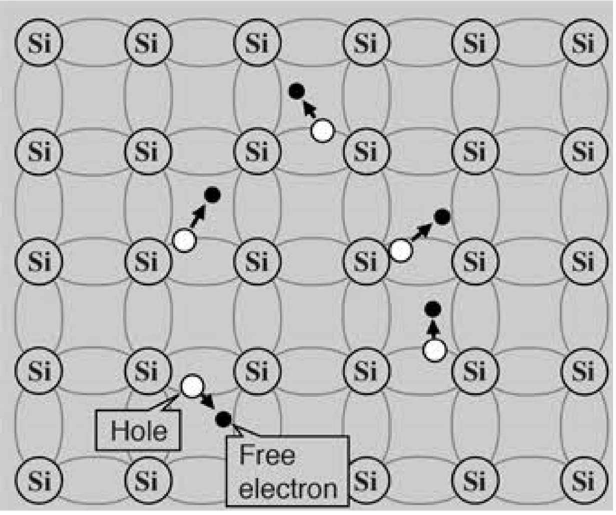
الیکٹرانک ڈیوائسز کے علاوہ پی این جنکشن آپٹو الیکٹرانکس (opto-electronics) یعنی روشنی سے بجلی بنانے والی ڈیوائیسز میں بھی استعمال ہوتا ہے جن میں ایل ای ڈی LED، فوٹو ڈائوڈ photo diode، اور سولر سیلز solar cells شامل ہیں۔ ایل ای ڈی میں سے خارج ہونے والی روشنی کے منبع کو سمجھنے کے لیے ہمیں ری کومبینیشن (recombination) کے عمل کو سمجھنا ہوگا۔ recombination کے عمل میں ایک الیکٹران اور ایک ہول مل کر ایک دوسرے کو فنا کر دیتے ہیں اور ان کی مشترکہ توانائی ایک فوٹون کی شکل میں خارج ہوتی ہے۔ کچھ خاص میٹیریلز میں اگر پی این جنکشن کو فارورڈ بائس کیا جائے تو توانائی

روشنی کی شکل میں خارج ہوتی ہے۔ جتنے زیادہ الیکٹران اور ہولز آپس میں ملیں گے اتنی ہی زیادہ روشنی خارج ہو گی۔ فوٹو ڈائوڈ اور سولر سیل میں اس عمل کا الٹ ہوتا ہے جس میں فوٹونز سلیکون میں جذب ہو کر الیکٹران اور ہول کا جوڑا بناتے ہیں جن کی حرکت سے بجلی کا کرنٹ پیدا ہوتا ہے۔

یہ بات ناقابلِ یقین محسوس ہوتی ہے کہ اتنی سادہ سی ڈیوائس اتنی کارآمد ہو سکتی ہے اور ہماری زندگی پر اتنی اثر انداز ہو سکتی ہے۔

سولر پینلز

زمین سورج سے بے انتہا توانائی وصول کرتی ہے (تقریباً 173 ہزار ٹیرا واٹس)۔ یہ توانائی تمام دنیا میں استعمال ہونے والی توانائی سے 10 ہزار گنا زیادہ ہے۔ کیا یہ ممکن ہے کہ ایک دن دنیا اپنی توانائی کی تمام ضروریات صرف شمسی توانائی سے ہی پوری کر پائے؟ اس سوال کا جواب دینے کے لیے پہلے ہمیں یہ سمجھنا ہوگا کہ سولر پینل سورج کی توانائی کو کس طرح بجلی میں تبدیل کرتے ہیں۔



سولر پینل چھوٹے چھوٹے سولر سیلز پر مشتمل ہوتے ہیں جو سیلیکون سے بنائے جاتے ہیں۔ سیلیکون ایک سیمی کنڈکٹر یعنی نیم موصل ہے جس کی زمین پر بہتات ہے۔ سولر سیلز میں سلیکون کی قلموں کو دو کنڈکٹرز یعنی موصل پلیٹوں کے درمیان رکھا جاتا ہے۔ سلیکون کا ہر ایٹم اپنے چار ہمسایہ ایٹموں سے مضبوط بانڈز کے ساتھ جڑا ہوتا ہے۔ یہ بانڈز الیکٹرانز کو ایک جگہ جکڑے رکھتے ہیں جس کی وجہ سے سیلیکون میں بجلی کا کرنٹ نہیں بن پاتا۔ سولر سیل سیلیکون کی دو تہیں استعمال کرتا ہے۔ N یعنی نیگیٹیو یا منفی قسم کی تہہ میں الکٹرانز کی زیادتی ہوتی ہے اور P یعنی پازیٹیو یا مثبت قسم کہ تہہ میں الیکٹرانز کی کمی ہوتی ہے اور الیکٹرانز کی چھوڑی ہوئی خالی جگہیں موجود ہوتی ہیں جنھیں سوراخ یا holes کہا جاسکتا ہے۔ جہاں یہ دو تہیں ملتی ہیں وہاں الیکٹران اس پی اور این کے جوڑ یا جنکشن میں سے گذر سکتے ہیں جس وجہ سے ایک تہہ پر مثبت اور دوسری تہہ پر منفی چارج پیدا ہو جاتا ہے۔

ہم روشنی کو بہت چھوٹے ذروں کی بوچھاڑ سمجھ سکتے ہیں جو سورج سے خارج ہو رہے ہیں۔ ان ذروں کو فوٹونز کہا جاتا ہے۔ جب مناسب توانائی کا ایک فوٹون اس سیلیکون سے ٹکراتا ہے تو یہ ایک الیکٹران کو اپنے بانڈ سے نکال باہر کرتا ہے اور وہاں ایک سوراخ یعنی ہول رہ جاتا ہے۔ یہ الیکٹران جو منفی چارج رکھتا ہے اور سوراخ جو مثبت چارج رکھتا ہے دونوں آزادی سے سیلیکون میں گھوم پھر سکتے ہیں۔ لیکن پی۔این جنکشن پر موجود چارج کی وجہ سے یہ صرف ایک ہی سمت میں سفر کر پاتے ہیں۔ الیکٹران اپنے منفی چارج کی وجہ سے مثبت P کی جانب کھنچا چلا جاتا ہے اور ہول اپنے مثبت چارج کی وجہ سے منفی N کی جانب جاتا ہے۔ یہ آزاد الیکٹرانز سیل کے اوپر موجود دھات کی بنی ہوئی پتلی پتلی 'انگلیوں' میں سے گذرتے ہوئے بیرونی سرکٹ کی طرف بجلی کی کرنٹ کی صورت

میں بہنے لگتے ہیں۔ اس کرنٹ سے ہر وہ کام لیا جاسکتا ہے جو عام بجلی سے لیا جاتا ہے مثلاً بلب روشن کرنا۔ یہ الیکٹرانز اس سرکٹ سے گذر کر سولر سیل پر ایلومینیم کی بنی موصل سطح پر واپس آجاتے ہیں۔

ہر سولر سیل صرف آدھے وولٹ کا پوٹینشل تخلیق کرتا ہے تاہم بہت سے سولر سیلز کو ایک لڑی میں لگا کر ہم اس وولٹیج کو بڑھا سکتے ہیں۔ بارہ سولر سیل مل کر ایک ماڈیول بناتے ہیں جو ایک سیل فون کو چارج کرنے کے لیے کافی ہوتے ہیں۔ ایک گھر کی توانائی کی ضرورت پوری کرنے کے لیے ایسے بہت سے ماڈیولز کو اکٹھا نصب کیا جاتا ہے۔ سولر سیل میں صرف ایک چیز حرکت کرتی ہے اور وہ ہیں الیکٹرانز جو اپنا کام کرنے کے بعد اسی سیل میں لوٹ جاتے ہیں جہاں سے یہ خارج ہوئے تھے۔ اس میں کوئی ایسی چیز نہیں جو وقت کے ساتھ ختم ہو جائے یا بوسیدہ ہو جائے۔ سولر سیلز بیسیوں سال تک کام کر سکتے ہیں۔

سوال یہ پیدا ہوتا ہے کہ دنیا کی توانائی کے لیے سولر سیل پر مکمل طور پر انحصار کرنے میں کیا چیز مانع ہے۔ اس میں کچھ تو سیاسی عوامل ہیں اور کچھ کاروباری لوگ ہیں جو اپنا کاروبار بچانے کے لیے سیاست دانوں کے ہاتھوں قوانین بنواتے ہیں۔ کچھ دیر کے لیے ان کو نظر انداز کر کے صرف مادی اور رسد و حمل کے مسائل پر ایک نظر ڈالتے ہیں۔ سب سے اہم مسئلہ یہ ہے کہ سورج کی توانائی زمین کے تمام حصوں پر ایک سی نہیں ہوتی۔ کچھ علاقوں میں دھوپ کم پڑتی ہے اور کچھ میں بہت زیادہ۔ اس کے علاوہ بادلوں کے دنوں میں اور رات کے وقت شمسی توانائی کم ہو جاتی ہے۔ توانائی کی موثر تقسیم کے لیے ایسا نظام ضروری ہے جو شمسی توانائی سے پیدا شدہ بجلی کو دھوپ کے علاقوں سے ایسے علاقوں میں پہنچا سکے جہاں دھوپ نہیں ہے۔ اس کے علاوہ توانائی کو سٹور کرنے کا موثر بندوبست بھی ضروری ہے۔ ایک اہم مسئلہ سولر سیل کی اپنی کارکردگی بھی ہے۔ اگر کچھ فوٹونز سولر سیل کی سطح سے منعکس ہو جائیں یا الیکٹرانز اپنے بانڈ سے خارج ہونے کے بعد واپس بانڈ میں چلے جائیں تو یہ بجلی کے کرنٹ میں شامل نہیں ہو سکیں گے اور دونوں صورتوں میں سورج کی کچھ توانائی ضائع ہو جائے گی۔ بہترین سولر سیلز بھی سورج کی توانائی کا صرف 46 فیصد حصہ ہی بجلی میں تبدیل کر پاتے ہیں۔ زیادہ تر سسٹمز تو صرف 15 سے 20 فیصد شمسی توانائی کو ہی بجلی میں تبدیل کر پاتے ہیں۔

ان مسائل کے باوجود اصولاً یہ ممکن ہے کہ تمام دنیا کی توانائی کی ضروریات صرف شمسی توانائی سے ہی پوری ہو جائیں۔ ہمیں اس کے لیے سرمایہ اور بہت سی جگہ درکار ہو گی۔ ہمیں ہزاروں مربع کلومیٹرز پر سولر سیلز لگانے ہوں گے۔ یوں تو یہ بہت بڑا علاقہ لگتا ہے۔ لیکن صرف صحارا کے ریگستان کا علاقہ ہی پچاس لاکھ مربع کلومیٹر سے زیادہ ہے۔ اس دوران سولر سیلز کی کوالٹی بھی بہتر سے بہتر ہو رہی ہے، ان کی قیمتیں تیزی سے گر رہی ہیں اور اب یہ بجلی بنانے کے دوسرے طریقوں کا مقابلہ بخوبی کر سکتے ہیں۔ نئی ایجادات مثلاً تیرتے ہوئے سولر فارمز اس اقتصادی منظر کو مکمل طور پر تبدیل کر سکتے ہیں۔

اس وقت دنیا میں ایک ارب سے زائد لوگ ایسے ہیں جنہیں بجلی میسر نہیں ہے۔ ان میں زیادہ تر لوگ ایسے ترقی پذیر ملکوں میں آ ہیں جہاں سارا سال دھوپ پڑتی ہے۔ ایسے علاقوں میں باقی طریقوں کی نسبت شمسی توانائی کی پیداوار بہت سستی ہوسکتی ہے۔ ترقی یافتہ ملکوں میں شمسی توانائی شائد اب بھی قدرے مہنگی ہو۔

ایل ای ڈی

(یہ ایک انگریزی ویڈیو کا ترجمہ ہے۔ بہتر سمجھ کیلئے آ خر میں دیا گیا ویڈیو لنک دیکھیں)

انیسوی صدی کے آخر میں تھامس ایڈیسن نے لائٹ بلب ایجاد کیا۔ اس بلب میں ایک بہت باریک تار سے بجلی گذارتے ہیں جس سے وہ تار روشن ہو جاتی ہے۔ لیکن اس طریقے سے روشنی پیدا کرنے میں توانائی کا ضیاع بہت زیادہ ہوتا ہے۔ ایسے بلب میں صرف 5 فیصد توانائی روشنی میں تبدیل ہوتی ہے۔ باقی 95٪ حرارت کی صورت میں ضائع ہو جاتی ہے۔ روشنی پیدا کرنے والے Diode ان بلبوں سے کہیں زیادہ کم خرچ ہیں۔ ایل ای ڈی یا light emitting diode دو مخصوص سیمی کنڈکٹرز پر مشتمل ہوتے ہیں جنہیں ساتھ جوڑا گیا ہوتا ہے۔ جب ان پر ایک خاص وولٹیج سے زیادہ وولٹیج لگائی جائے تو یہ روشنی خارج کرنے لگتے ہیں۔ اس عمل کو electroluminescence یا بجلی سے روشنی پیدا کرنے کا عمل کہا جاتا ہے۔ اگرچہ اس عمل میں بھی کچھ حرارت پیدا ہوتی ہے لیکن مجموعی طور پر ایل ای ڈی عام بلب کی نسبت کم خرچ ہوتے ہیں۔ اس کے علاوہ ان کی جسامت بہت کم ہوتی ہے چنانچہ آپ ایک چھوٹے سے ایل ای ڈی سے بہت زیادہ روشنی حاصل کر سکتے ہیں۔ ان کی اوسط عمر دس سال سے زیادہ ہوتی ہے۔ یہی وجہ ہے کہ یہ آج کل بے پناہ مقبول ہو رہے ہیں۔

ایل ای ڈی آج کل ٹارچ بیٹری میں، گلیوں میں کھمبوں پر روشنی کے لیے اور گھروں میں روشنی کے لیے استعمال کیے جاتے ہیں۔ ایل ای ڈی کو سرکٹ میں استعمال کرنے کے لیے آپ کو زیادہ پیچیدگی کی ضرورت نہیں ہوتی۔

اس ویڈیو میں ہم آپ کو بتلائیں گے کہ گھروں میں ایل ای ڈی کو کیسے استعمال کیا جا سکتا ہے۔ آپ پہلا کام یہ کیجیے کہ الیکٹرانکس کے کسی سٹور سے کچھ ایل ای ڈی خرید لیجیے۔ ایل ای ڈی کے بارے میں تین چیزیں ذہن میں رکھیے گا۔ اس کی polar-ity، وولٹیج اور زیادہ سے زیادہ کرنٹ کی specification۔

پولیریٹی کا مطلب یہ ہوتا ہے کہ آپ ایل ای ڈی کے کس ٹرمنل کو وولٹیج کے مثبت ٹرمنل سے ملائیں گے اور کس کو منفی ٹرمنل سے۔ ہر ایل ای ڈی کے دو ٹرمنل ہوتے ہیں جنہیں کیتھوڈ اور اینوڈ کہا جاتا ہے۔ بعض اوقات کیتھوڈ کو C اور اینوڈ کو A سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ اینوڈ ایل ای ڈی کا وہ ٹرمنل ہوتا ہے جس میں سے کرنٹ ایل ای ڈی میں داخل ہوتا ہے۔ چنانچہ اینوڈ کو مثبت وولٹیج سے کنکٹ کیا جاتا ہے۔ کیتھوڈ وہ ٹرمنل ہوتا ہے جس سے کرنٹ خارج ہوتا ہے اس لیے آپ پاور سپلائی کا منفی ٹرمنل ایل ای ڈی کے کیتھوڈ سے کنکٹ کرتے ہیں۔ 5 ملی میٹر جسامت کے سٹینڈرڈ ایل ای ڈی کی پولیریٹی کو سمجھنا بہت آسان ہے۔ کیتھوڈ سائیڈ کی تار لمبی ہوتی ہے جبکہ اینوڈ سائیڈ کی تار چھوٹی ہوتی ہے۔ اس کے علاوہ ایل ای ڈی کو ایک طرف سے سپاٹ کر دیا جاتا ہے۔ یہ سپاٹ

یعنی flat side کیتھوڈ کو ظاہر کرتی ہے اور گولائی والی سائیڈ اینوڈ کو۔

چنانچہ اس مثال میں ہم نے اینوڈ کو پاور سپلائی کے مثبت ٹرمنل سے اور کیتھوڈ کو منفی ٹرمنل سے کنکٹ کیا ہے اور آپ دیکھ سکتے ہیں کہ ایل ای ڈی روشن ہو گیا ہے۔ اگر آپ ایل ای ڈی کو پاور سپلائی کے غلط ٹرمینل سے کنکٹ دیں اور پاور سپلائی کی وولٹیج بہت زیادہ نہ ہو تو ایل ای ڈی اگرچہ روشن نہیں ہوتا لیکن اسے کوئی نقصان بھی نہیں پہنچتا۔

اب ہم بات کرتے ہیں ایل ای ڈی کی وولٹیج کی۔ تمام ایل ای ڈیز کو کچھ مثبت وولٹیج کی ضرورت ہوتی ہے جس کے بغیر اس میں کوئی کرنٹ نہیں بہتا اور روشنی خارج نہیں ہوتی۔ اس سفید ایل ای ڈی کو روشنی پیدا کرنے کے لیے تین وولٹ کی ضرورت ہوتی ہے چنانچہ جب تک اس پر تین وولٹ سے زیادہ وولٹیج نہ لگائی جائے روشنی خارج نہیں ہوتی۔ آپ اس پر اگر ایک وولٹ یا 1.5 وولٹ لگائین تو ایل ای ڈی روشن نہیں ہو گا۔ جیسے جیسے آپ وولٹیج کو تین وولٹ کے نزدیک لائیں گے ویسے ویسے ایل ای ڈی روشن ہونے لگے گا۔ مختلف رنگوں کے ایل ای ڈی کے لیے یہ وولٹیج کچھ مختلف ہوتی ہے۔ لیکن ایک دفعہ ایل ای ڈی روشن ہو جائے تو یہ وولٹیج مستقل رہتی ہے۔ ہر ایل ای ڈی میں زیادہ سے زیادہ کرنٹ کی مقدار بھی معین کی جاتی ہے۔ ہم اس ویڈیو میں ایسی پاور سپلائی استعمال کر رہے ہیں جس میں کرنٹ کی مقدار کو ایک مقررہ حد سے بڑھنے نہیں دیا جاتا۔ ہم نے کرنٹ کی حد 30 ملی ایمپیر مقرر کر رکھی ہے کیونکہ ایل ای ڈی کے لیے زیادہ سے زیادہ کرنٹ کی مقدار 30 ملی ایمپیر ہی معین کی گئی ہے۔ اگر اس معین مقدار سے زیادہ کرنٹ گذرے تو ایل ای ڈی پر کیا گذرے گی۔ آیئے دیکھتے ہیں۔

ہم پاور سپلائی سے کرنٹ کی مقدار کی حد ہٹا دیتے ہیں اور وولٹیج کو بڑھا کر 7.5 وولٹ کر دیتے ہیں۔ اب ایل ای ڈی میں اس کی معینہ مقدار سے کئی گنا زیادہ کرنٹ بہہ رہا ہے جس سے ایل ای ڈی گرم ہو کر پھٹ جاتا ہے۔ ایسا تجربہ گھر میں مت دہرایئے گا کیونکہ ایل ای ڈی کے پھٹنے سے اس کے پلاسٹک کے ٹکڑے اڑ کر آپ کے چہرے کو نقصان پہنچا سکتے ہیں۔ چنانچہ آپ دیکھ سکتے ہیں کہ اس ویڈیو میں ایل ای ڈی کو 9 وولٹ کی بیٹری سے لگایا گیا تو یہ ایک دم بھک سے اڑ گیا۔ مختلف ایل ای ڈیز کی کرنٹ کی معینہ مقدار مختلف ہوتی ہے۔ زیادہ قوت والے ایل ای ڈی سو ملی ایمپیر تک کا کرنٹ برداشت کر سکتے ہیں لیکن عام ایل ای ڈی صرف بیس ملی ایمپیر تک ہی کرنٹ برداشت کر پاتے ہیں۔ تو اگر آپ کو ایل ای ڈی کے سرکٹ میں کرنٹ کی مقدار کو کنٹرول کرنا ہو تو آپ کیا کریں گے۔ آپ کرنٹ کم کرنے کے لیے ایک سستا سا ریزسٹر استعمال کر سکتے ہیں۔

ویڈیو لنک:

https://www.youtube.com/watch?v=Yo6JI_bzUzo